

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh zařízení pro lodní telekomunikaci

Design of Equipment of the Ship's Telecommunications

Student:

Petr Mazúrek

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Mazúrek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 60 Průmyslový design
Téma: **Návrh zařízení pro lodní telekomunikaci**
Design of Equipment of the Ship's Telecommunication

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rešerši v oblasti navrhovaného zařízení.
2. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní.
3. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
4. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
5. Proved'te nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
6. Bakalářská práce vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS bude obsahovat úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty a popis konstrukčního řešení.
7. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1.

Pro obhajobu zhotovte model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>.

DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*, Ostrava: Montanex, 2000, ISBN 80-7225-018-3

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací*, Ostrava 2008, ISBN 978 -80-248-1290-8, VŠB – TU Ostrava, 90 s.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

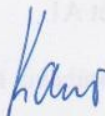
Firemní literatura, podklady apod.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

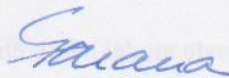
Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry




prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě23.5.2011.....


.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 23.5.2011.....



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Petr Mazúrek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Lesní 322, Míkovice, 68604

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MAZÚREK, P. *Zařízení pro lodní telekomunikaci : bakalářská práce*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2011, 57 s. Vedoucí práce: Plchová, A.

Bakalářská práce se zabývá designovým řešením zařízení pro lodní telekomunikaci. Cílem práce je návrh, tvorba modelu, následná konstrukce a pevnostní analýza pomocí 3D softwaru vhodného zařízení, které bude splňovat požadované tvarové i technické parametry. Návrh bude sloužit k realizaci zařízení. Bakalářská práce vznikla podle zadání a ve spolupráci s firmou MESIT přístroje spol. s r. o.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

MAZÚREK, P. *Design of Equipment of the Ship's Telecommunications : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2011, 57 p. Thesis head: Plchová, A.

This bachelor thesis is dealing with a design of the equipment for ship's telecommunication. The main point is a design and consequential structure of the suitable device that will satisfy shape and other technical requirements. Designed concept should be used for a realization of such equipment. This thesis has been developed according to specification and in cooperation with the company MESIT přístroje spol. s r. o.

Obsah

Seznam použitého označení a symbolů	9
Úvod.....	10
1. Technické zadání	11
1.1 Požadavky.....	11
1.2 Zadavatel.....	12
2. Obecná část	14
2.1 Význam a použití nouzových sluchátek	14
2.2 Vznik a vývoj telekomunikace	14
2.3 Vojenský design.....	18
2.4 Stávající sluchátka	20
3. Návrh sluchátka	23
3.1 Technické parametry.....	23
3.1.1 Nutné vnitřní standardizované komponenty	23
3.2 Skicy a 3D návrhy.....	24
3.3 Ergonomie sluchátka.....	27
3.3.1 Délka sluchátka.....	27
3.3.2 Rukojeť	27
3.3.3 Bezpečnost	28
4. Výroba sádrového modelu sluchátka.....	30
4.1 Vytvoření konstrukce.....	30
4.2 Vytvarování rukojeti	30
4.3 Dotvarování zbytku sluchátka	31
4.4 Volba dělicí roviny	31
4.5 Vytvoření forem.....	32
4.6 Vtoková soustava.....	32
4.7 Odlití do forem.....	33
4.8 Úprava odlitku	34
5. Konstrukce sluchátka.....	35
5.1 Vymodelování sluchátka za použití 3D softwaru	35
5.2 Konstrukční řešení technických požadavků	36
5.2.1 Segmenty sluchátka	36
5.2.2 Tloušťka stěny modelu	38
5.2.3 Dvě hlavní části sluchátka (horní a spodní).....	38

5.2.4 Spojení dvou hlavních částí	39
5.2.5 Rukojeť sluchátka	40
5.2.6 Umístění baterie	40
5.2.7 Klíčovací klávesa	41
5.2.8 Prozváněcí klávesa	41
5.2.9 Mřížkování	42
5.2.10 Spojení se spirálovým kabelem	42
5.3 Zvolené materiály sluchátka	43
5.3.1 Materiál hlavních částí	43
5.3.2 Materiál spínacích kláves	43
5.3.2 Materiál šroubu ISO 1207 - M3 x 12	43
5.4 Zvolená barva pro sluchátko	43
5.5 Pevnostní analýza	44
5.5.1 Výpočet zatěžující síly	44
5.5.2 Zadání zatěžující síly	45
5.5.3 Vytvoření pevné vazby	45
5.5.4 Přiřazení materiálů	46
5.5.5 Výsledky a zhodnocení pevnostní analýzy	46
6. Zhodnocení práce a doporučení dalšího postupu	49
7. Závěr	51
Seznam použité literatury	53
Seznam obrázků a tabulek	54
Obsah přiloženého CD	56
Seznam příloh	57

Seznam použitého označení a symbolů

ϕ	...	průměr [mm]
κ	...	gravitační konstanta [$\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$]
3D	...	trojrozměrný (Three Dimensional)
AAA	...	označení velikosti mikrotužkové baterie
ABS	...	materiál (Acrylonitrile Butadiene Styrene)
AC	...	střídavý proud (Alternating Current)
CAD	...	počítačem podporované navrhování (Computer Aided Design)
CAM	...	počítačem podporovaná výroba (Computer Aided Manufacturing)
ČSN	...	česká technická norma
DC	...	stejnoseměrný proud (Direct Current)
DIN	...	německá národní norma (Deutsche Industrie-Norm)
EN	...	evropská norma (European Norm)
F	...	síla [N]
g	...	gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]
G	...	tíhová síla [N]
IGES	...	formát pro CAD data (International Graphics Exchange Specification)
ISO	...	mezinárodní organizace pro normy (Int. Org. for Standardization)
ks	...	počet kusů
LCD	...	plochá zobrazovací jednotka (Liquid Crystal Display)
LED	...	dioda emitující světlo (Light-Emitting Diode)
m	...	hmotnost [kg]
M	...	hmotnost Země [kg]
M3	...	označení metrického závitu o průměru 3 mm
MKP	...	metoda konečných prvků
NATO	...	Severoatlantická aliance (North Atlantic Treaty Organization)
PC	...	materiál (Polykrabonát)
PUR	...	materiál (Polyurethane Rubber)
R	...	poloměr Země [m]
r	...	vzdálenost od středu Země [m]
RAL	...	stupnice barevných odstínů (ReichsAusschuss für Lieferbedingungen)
STEP	...	formát pro 3D CAD data (STandard for Exchange of Product)
X, Y, Z	...	osy souřadnicového systému
y	...	výška nad povrchem Země [m]

Úvod

Bakalářská práce je rozdělena do tří logických částí. V první (obecné) části je vysvětleno, co je nouzové sluchátko (telekomunikační zařízení) a k čemu slouží. Poté je zobrazen vývoj zařízení pro telekomunikaci (nejen lodní). Dále je vysvětlena role designu při navrhování vojenských zařízení. Nakonec jsou popsána stávající vojenská a námořní sluchátka.

Druhá část spočívá v navržení konkrétního tvaru dle norem a požadavků – návrh zařízení pro lodní telekomunikaci. Prvním krokem při navrhování je seznámení s funkcí a rozměry obsahujících komponentů, které vyplývají z technických požadavků. Dalším krokem je vytvoření obecných skic a 3D návrhů. V tomto kroku budou popsány vytvořené varianty a následně jedna z nich vybrána, která bude použita v dalších krocích. Poté budou zvoleny rozměrové parametry vybrané varianty. Rozměrové parametry musí být v souladu s ergonomickými zásadami a platnými normami dle ČSN EN 547-01 (4/1998) a DIN 33402-2.

Třetí část již bude zcela praktická – konstrukce zařízení pro lodní telekomunikaci. V prvním kroku bude popsán postup výroby sádrového modelu. Dalším krokem bude vymodelování sluchátka pomocí 3D softwaru (Catia V5 R19 a Autodesk Inventor 2010) a vytvoření vizualizace pro tisk plakátu pomocí modulu V-Ray v Rhinoceros 4.0. Je také řešen návrh materiálů a barva telekomunikačního zařízení. V posledním kroku je provedena experimentální kontrola pevnosti MKP sluchátka pomocí softwaru Autodesk Inventor 2010. Bude simulován pád z výšky 2 m a kontrolováno napětí v nejužším místě sluchátka.

1. Technické zadání

1.1 Požadavky

- Je žádoucí, aby nová sluchátka byla plně slučitelná se současnými, aby jimi bylo možné doplnit či nahradit stará sluchátka ve stávajících nouzových lodních telekomunikačních sítích.
- Dobrý hmatový dojem při držení sluchátka je velmi důležitý – sluchátko musí při jeho zvednutí výborně padnout do ruky (otázka vhodné ergonomie).
- Prozváněcí tlačítko (klávesa) musí být umístěno tam, kde může být snadno stisknuto palcem ruky.
- Klíčovací tlačítko (klávesa) musí být umístěno tak, aby bylo možné držení sluchátka v pravé nebo levé ruce).
- Sluchátko musí být lehce uchopitelné a použitelné i v objemných protipožárních rukavicích.
- Je kladen požadavek na potřebu vyvinout určitý tlak pro zamáčknutí klíčovacího tlačítka.
- Materiál sluchátka musí být odolný v rozmezí teplot od -30°C do +60°C.
- Přívodní kabel musí být spirálový o délce 1 m.
- Je velmi důležité, aby bylo možné jednoduše instalovat baterii. Přístup k baterii musí být jednoduchý a rychlý – je preferováno otevření nebo vyšroubování krytu prsty, potřeba použít šroubovák nebo jakýkoliv další nástroj je nepřipustná. Případný šroubovací mechanismus nesmí překážet jeho držení.

1.2 Zadavatel

MESIT přístroje spol. s r. o. je součástí skupiny MESIT, sídlí v Uherském Hradišti a je pokračovatelem více než padesátileté tradice firmy, patří k významným českým podnikům v oblasti elektrotechniky a zaujímá přední místo v českém (dříve v československém) leteckém a speciálním průmyslu.

Společnost zajišťuje celý životní cyklus (marketing, vývoj, konstrukce, technická příprava výroby, výroba, prodej, servis, likvidace) asi 600 různých typů výrobků, to znamená, že všechny výrobky nebo služby, které společnost svým zákazníkům poskytuje, vznikají výsledkem vlastního technického rozvoje. [1]

Portfolio aktivit je tvořeno následujícími oblastmi:

1) Letecké přístroje

- přístroje pro kontrolu chodu draku (vysílače teploty, tlaku, polohy, bloky elektroniky a k tomu potřebné ukazatele.
- přístroje na kontrolu letu (navigační systémy, radiostanice pro I. a II. letecké pásmo atd.
- motorové přístroje (bloky elektroniky pro řízení proudového motoru, řídicí a ovládací skříňky pomocných energetických jednotek, snímače teploty výfukových plynů – termočlánky, kompenzační vedení, bloky elektroniky, vysílače tlaku, vysílače otáček, vysílače kroutícího momentu, elektronické omezovače motoru, startovací a řídicí jednotky proudového motoru, záznamová a diagnostická zařízení atd.).
- elektronické soupravy pro měření množství a spotřeby paliva, měniče elektrické energie (DC 28 V / AC 1x nebo 3x 115 V nebo 36 V, 400 Hz do výkonu 7,2 kVA), diagnostické systémy kontroly energetické sítě letounu, elektronické systémy pro řízení klimatizace, systémy odledňování atd.

Přístroje jsou použity v civilním i vojenském letectví – prakticky na všech českých (dříve československých) letadlech (L39, L59, L159, L410, EV 55, AE 270, Zlín atd.).

2) Speciální vojenské přístroje

- soupravy pro měření fyzikálních veličin v bojových vozidlech, radiostanice pro řízení letového provozu, digitální interkomy atd.

3) Přístroje pro dopravní prostředky

- elektronické tachografy pro autobusy, tramvaje, trolejbusy, vlaky.
- elektronické systémy zabezpečení speciálních vozidel včetně bezdrátových přenosů dat.
- elektronické hlídače izolačního stavu trolejbusů.
- systémy pro přenos dat.
- regulátory teploty topení, ventilátory.
- vysílače hladiny atd.

4) Průmyslové a jiné přístroje

- napájecí zdroje, tempestované počítače, zařízení pro přenos utajovaných informací, ovládací panely pro kompresory atd.

2. Obecná část

2.1 Význam a použití nouzových sluchátek

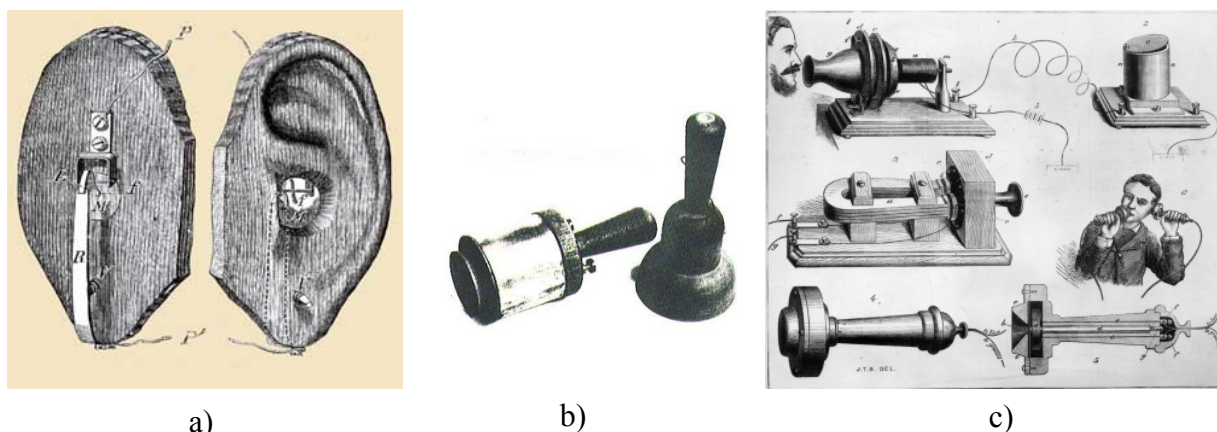
Nouzová sluchátka jsou zapojena pomocí dvoužilového kabelu do nezávislé komunikační sítě, ve které může být současně zapojeno od 2 do 70 sluchátek. Každé takové sluchátko je samostatně napájeno standardní 1,5 AAA baterií. Každé sluchátko obsahuje 2 klávesy. Po stisknutí prozváněcí klávesy, které je vyvoláno stiskem tlačítka palcem pravé nebo levé ruky, zazní zvukový signál (1000 Hz pípnutí) na všech ostatních sluchátkách v síti. Ostatní lidé v síti mohou odpovědět na toto volání tím, že zvednou své sluchátko a zmáčknou tzv. klíčovací klávesu („press to talk bar“). Současný systém není duplexní, což znamená, že když účastník domluví, uvolní klíčovací klávesu, a tím se sluchátko přepne do naslouchacího módu.

Tato sluchátka jsou používána jako každodenní komunikační zařízení mezi jednotlivými stanovišti na lodích a ponorkách, ale jejich původní určení je jako samostatně napájený nouzový komunikační systém nezávislý na zbytku lodní komunikace. To znamená, že i v případě celkového selhání či výpadku všech komunikačních prostředků na plavidle poskytnou nouzová sluchátka spolehlivé komunikační možnosti.

2.2 Vznik a vývoj telekomunikace

Zařízení, které přenáší hovor prostřednictvím elektrických signálů – právě tak by se dalo zjednodušeně charakterizovat zařízení, jehož název vznikl ze dvou latinských slov „Tele“ (vzdálený) a „Fon“ (hlas). Tato zařízení se proslavila především díky vynálezci Alexanderu Grahamu Bellovi, který se do historie zapsal především svým vynálezem prvního telefonu v roce 1876. [2] Toto prvenství mu však bylo po více než sto letech odejmuto a připsáno italskému vynálezci Antoniu Meuccimu, který zařízení pracující na tomto principu vytvořil už 27 let před Bellem. Podle některých zdrojů (např. [3]) vynalezl telefon i Philip Reis v roce 1860. Vysílač (mikrofon) byl vyroben z pivní bečky a tvarem připomínal lidské ucho (*obr. 2.1 a*). Přijímač (reproduktor) byl vyroben z pletací jehlice a

krabice od doutníků. Tento telefon mohl skutečně přenášet lidský hlas, ale velice zkresleně a muselo se do něj mluvit správnou hlasitostí. Telefon lépe než hlas přenášel hudbu. První rozhovor učinil Reis z fyzikálního sálu školy, kde vyučoval fyziku, do blízkého bytu svého přítele učitele zpěvu.



Obr. 2.1: První historická zařízení pro telekomunikaci (převzato z [3]): a) vynález P. Reise, b) vynález A. Meucciho, c) vynález A. G. Bella

Důležitá jména pro vývoj telekomunikace [2], [3], [4]:

- Antonio Meucci

Meucci představil svůj vynález v New Yorku v roce 1860. Principem jeho zařízení byl elektromagnetický mikrofón. Zvuk rozkmital membránu s permanentním magnetem v cívce, která převedla pohyb na elektrický proud. Ten byl pak převeden dráty do stejného zařízení, které jej přeměnilo zpět na zvuk. Zařízení (*obr. 2.1 b)*) ale mělo nedostatky v hlasitosti a v malém dosahu. Meucci však postrádat obchodní talent a znalost angličtiny, proto nedokázal svůj telefon uvést do komerční podoby.

- Alexander Graham Bell

Tento americký profesor vyučující vokální fyziologii na bostonské univerzitě se začal intenzivně zabývat vývojem komunikačního zařízení v roce 1874. Pro vývoj mu posloužily přístroje podobné vynálezům Bourseula, Reise a Graye. Pomocí pokusů na tónovém telegrafu zjistil, že se kovový jazýček začal pohybovat a vydávat stejný zvuk. Tento pohyb byl podle Bellova zjištění způsoben proudem indukovaným pouhým pohybem vzdáleného jazýčku v blízkosti magnetu. Toto zjištění ho vedlo k odpojení napájení a spolehnutí se pouze na indukční proudy vlastních jazýčků. Zjistil také, že zvuk hovoru může být přenášen na značnou vzdálenost i bez přerušení elektrického obvodu. Bell a jeho asistent

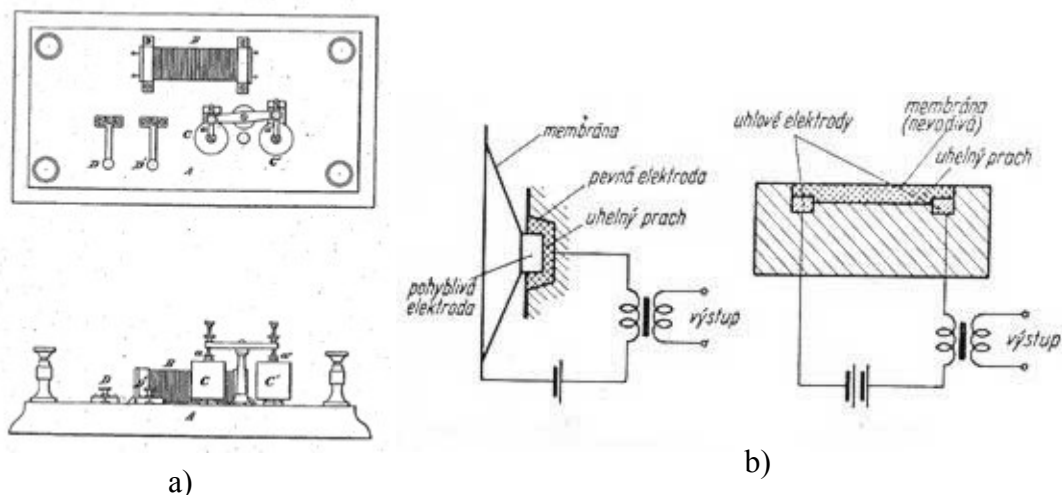
objevili, že samotné pohyby jazýčku v magnetickém poli mohly přenášet zvukovou modulaci. Bell na základě analogie s fonautografem (nejrozšířenější přístroj na poslouchání reprodukováné hudby konce 19. století) vymyslel přijímač sestávající z napnuté membrány nebo bubínku ze speciální kůže s kotvou ze zmagnetovaného železa, připevněnou na střed membrány (*obr. 2.1 c*). Kotva mohla volně kmitat před pólem elektromagnetu, jehož vinutí bylo zapojeno do elektrického obvodu.

- Johann Philipp Reis

Německý učitel předvedl svůj přístroj, který byl založen na přerušovacím principu už v roce 1860. Jehla, připojená k pružné membráně, přerušovala proud podle pohybu membrány. Tento přenos byl pouze nedokonalý dvoustavový (binární) a nikoliv analogový, jako u pozdějších telefonů. Proto nebylo možné tímto zařízením přenášet strukturovaný zvuk, jako například lidský hlas, ale pouze tóny a nezřetelný šepot. Tento přístroj byl postupně vylepšován až do komerční podoby přibližně v roce 1882.

- Elisha Gray

Gray vynalezl ve stejné době jako La Cour podobný tónový telegraf. V Grayově původním přístroji (*obr. 2.2 a*) vibrující ocelový jazýček přerušoval proud, který na druhém konci linky pomocí elektromagnetu rozvibroval stejně naladěný jazýček u jeho pólů. Grayův harmonický (tónový) telegraf s vibrujícími jazýčky byl použit společností Western Union Telegraph Company. Protože jedním drátem může být poslán zároveň více než jeden kmitočet, harmonický telegraf může být použit v multiplexním režimu a přenášet po jednom vedení více zpráv naráz. Grayův harmonický telegraf pokračoval ve šlépějích Reise a Bourseula, tedy v přerušování proudu vibrujícím kontaktem. Gray zjistil, že hlavním nedostatkem je přerušovaný - dnes bychom řekli digitální - charakter přenášeného signálu. Inspiroval se mechanickým lankovým telefonem. V něm je pohyb membrány mikrofону přenášen analogově. Gray sestrojil a nechal si patentovat kapalinový mikrofón, v němž byla na membráně mikrofónu jehla umístěná do kapalného vodiče. Když membrána vibrovala, jehla se potápěla více nebo méně do kapaliny a tím regulovala procházející proud. Grayův kapalinový mikrofón použil i Bell pro mnoho svých raných veřejných produkcí. Kapalinový vysílač měl ale velké problémy s interferencí vlnek, vznikajících na hladině pohybem jehly.



Obr. 2.2: První historická zařízení pro telekomunikaci (převzato z [3]): a) vynález E. Graye, b) vynález T. A. Edisona

- Thomas Alva Edison

Uhlíkový mikrofon (obr. 2.2 b)) vynalezl Thomas Alva Edison. Edison objevil, že uhlíková zrnka stlačená mezi kovové desky mají elektrický odpor nepřímo úměrný tlaku. Pokud na jednu z desek působí zvukové vlnění, mění se patřičně i proud protékající zrnky mezi deskami. Kvalita přeneseného zvuku je dostačující pro hovor a hlavně takový mikrofon funguje jako elektromechanický zesilovač (energie proudových změn může být podstatně větší, než energie dopadajících zvukových vln). Objev vedl k vývoji uhlíkových mikrofonů, které byly základem telefonů po více než 100 let, a které se (byť v menší míře) používají dodnes. Uhlíkový mikrofon velmi zjednodušil konstrukci telefonního přístroje. Telefonní přístroje s uhlíkovým mikrofonem se dále dělí podle principu funkce a zapojení na Telefon MB (Místní Baterie) a Telefon ÚB (Ústřední Baterie) - podle toho, zda je mikrofon napájen elektrochemickým článkem u přístroje (či v přístroji) nebo společným akumulátorem v telefonní ústředně.

Na vývoji telefonu se také zásadním vlivem podíleli francouzský telegrafista Charles Bourseul, anglický elektrotechnik Cromwell Varley, dánský vynálezce Poul la Cour, ale ani jeden však svůj vynález neuplatnil v praxi.

Od vynalezení principu telekomunikace dostával telefon mnoho podob. S novým designovým řešením přišel John Heiberg, který v 30. letech 19. století navrhl telefon pro švédskou firmu Ericsson. Tímto návrhem se pak v roce 1937 inspiroval designér Henry Dreyfuss a vytvořil pro společnost Bell model 300 - klasický stolní telefon (obr. 2.3).

Upravená podoba jeho modelu se v některých zařízeních používá dodnes pro telekomunikaci. Během druhé světové války se tvar telefonu nezměnil. Až v padesátých a především v sedmdesátých letech se začaly navrhovat různé tvary telefonů, které však nebyly ergonomicky tak vhodné jako ten Dreyfusseho. V dnešní době se kromě speciálních funkčních požadavků (armáda) už telefony skoro nevyvíjí, protože je zcela nahradily mobilní systémy.

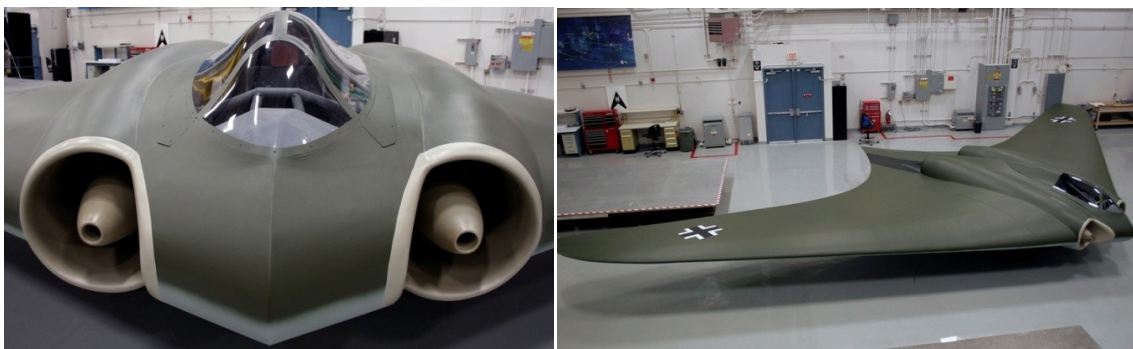


Obr. 2.3: Western Electric's Model 300 Telephone z roku 1937 (převzato z [5])

2.3 Vojenský design

Při navrhování zařízení pro vojenské použití, vždy převládala funkčnost a praktičnost před experimentováním s tvary. Vojenský průmysl nejčastěji přicházel s novými moderními technologiemi, které díky firmám zabývajícím se spotřební elektronikou dostávaly jiný rozměr a tvar. Dnešní doba však nutí firmy, které navrhují a dodávají vojenská zařízení, aby vytvářely ve svých společnostech skupiny lidí, které budou vyvíjet designové studie daného přístroje. Ještě před nedávnem úlohu designérů vykonávali konstruktéři.

Design ve vojenství se dočkal největšího rozmachu za druhé světové války, kdy válečné velmoci a firmy pro ně pracující měly ve svých zaměstnancích vystudované designérové inženýry, kteří napomáhali zpopularizovat jejich bojové zbraně a příslušenství. Například němečtí vojenští designéři navrhli několik nadčasových a nikdy nezrealizovaných zařízení [6] – příkladem je válečný bombardér Horten Ho 229 (radarem neviditelný letoun s počátkem vývoje v roce 1943) – viz *obr. 2.4*. V roce 1944 tento letoun už dokonce absolvoval první cvičný let. Let byl však i poslední. Díky průběhu války veškeré práce na tomto stroji, který měl změnit výsledek války, skončily.



Obr. 2.4: Válečný bombardér Horten Ho 229 z roku 1944 (převzato z [6])

Po skončení druhé světové války došlo k útlumu nejen experimentálních vojenských návrhů, ale i celé konstrukce nových prototypů. V 70. letech však např. USA začalo znovu vytvářet designové studie a prototypy, které se po zhotovení a zařazení do výbavy vojenských jednotek používají na některých místech i dnes. Od této doby si USA drží prvenství nejen v počtu zaměstnaných konstrukčních designérů, ale i v počtu vyvíjených armádních strojů a zařízení.

Firmy, které navrhují vojenské přístroje, jsou rozmístěny po celém světě. I v České republice jsou desítky takových firem. Například právě již zmíněný MESIT přístroje spol. s r. o. nebo Česká zbrojovka a.s., která se zaměřuje na konstrukci a vývoj zbraní – jejím posledním počinem bylo v roce 2010 dokončení nové útočné pušky CZ 805 Bren A1 (*obr. 2.5*), která je svou konstrukcí světovým unikátem a má být dodávána do ozbrojených sil NATO.



Obr. 2.5: Útočná puška CZ 805 Bren A1 z roku 2010 (převzato z [7])

2.4 Stávající sluchátka

V současnosti se pro lodní komunikaci převážně používají tři níže popsaná sluchátka.

- **Sluchátko TF.PP-1A**

Nejstarší model sluchátka (*obr. 2.6*) je vyroben z dnes už ne příliš používaného bakelitu. Má ale mnoho nedostatků. Z hlediska ergonomie nevyhovuje, sluchátko je nevyvážené a nelze snadno vyměnit mikrofon a reproduktor. Přívodní kabel není tzv. spirálový, ale pouze „obyčejný“ rovný. Jeho hlavním problémem však je v současné době již velmi zastaralý design, vysoká pořizovací cena a hlavně použití 4,5 V rtuťové baterie, jejíž výměna je značně obtížná. Toto sluchátko se už používá spíše výjimečně, bylo nahrazeno novějšími modely.



Obr. 2.6: Sluchátko TF.PP-1A (převzato z [8])

- **Sluchátko Racal Clansman 1381**

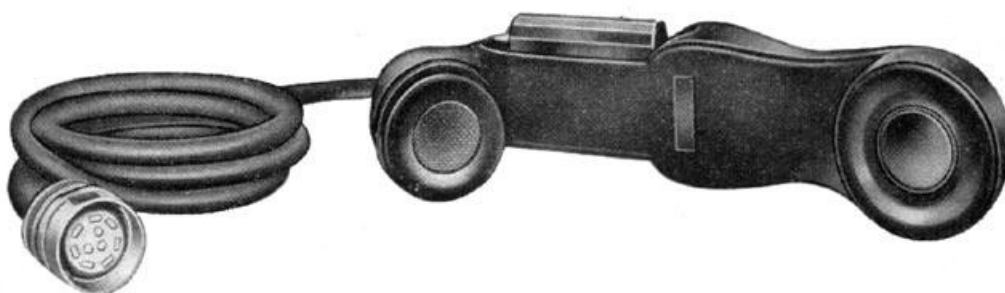
Novější model sluchátka (*obr. 2.7*), je rovněž vyroben z bakelitu. Má snadno odnímatelný mikrofon a reproduktor, pouze na závit. Spínací tlačítko (klíčovací klávesa) je umístěno na zadní straně. Baterie lze pohodlně odebrat pouhým odšroubováním spodního víka. Problémem ale je, že otvor pro baterii je příliš malý, baterie se tedy velmi často zasekává a musí se ven dostat „násilím“. Další nevýhodou je opět velmi zastaralý design a užití 4,5 V rtuťové baterie. Pro potřeby odložení sluchátka obsahuje háček na zadní straně reproduktorové části. Tento model je ale velmi oblíbený u uživatelů pro svůj ergonomický tvar a spolehlivost.



Obr. 2.7: Sluchátko Racal Clansman 1381 (převzato z [8])

- **Sluchátko H-33/PT**

Nejnovější model sluchátka pro lodní telekomunikaci (*obr. 2.8*) je vyroben z plastického akulonu K225-KS. Sluchátko H-33/PT však nemá vhodný přívodní kabel (u námořnictva je preferován spirálový kabel), pružina u klíčovací klávesy je hodně slabá. Sluchátko je ergonomicky nešikovné k používání. Prozváněcí klávesa je umístěna na zadní straně a před jeho zmáčknutí se sluchátko musí přechytnout, což je nevyhovující. Ke své činnosti používá standardní baterii.



Obr. 2.8: Sluchátko H-33/PT (převzato z [8])

Pro vývoj nového tvaru zařízení pro lodní telekomunikaci se zle inspirovat i z běžných tvarů vojenských sluchátek (např. Clansman Type 2, RA250).

- **Sluchátko Clansman Type 2**

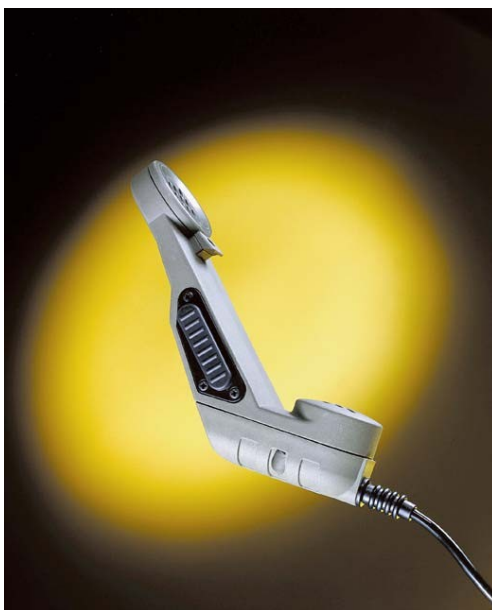
Vojenské sluchátko Clansman Type 2 (*obr. 2.9*) je vyráběno německou firmou Helmut Singer Elektronik Vertriebs GmbH.



Obr. 2.9: Sluchátko Clansman Type 2 (převzato z [8])

- **Sluchátko RA250**

Nejnovější model o oblasti vojenských sluchátek (*obr. 2.10*), který obsahuje např. LCD display pro jednoduché a přehledné ovládání. Sluchátko RA250 vyvíjí společnost Television Equipment Associates, Inc.



Obr. 2.10: Sluchátko RA250 (převzato z [9])

3. Návrh sluchátka

3.1 Technické parametry

3.1.1 Nutné vnitřní standardizované komponenty

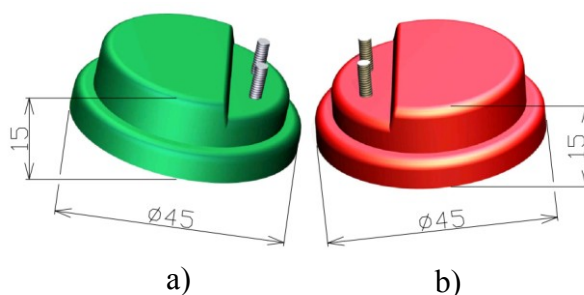
Při návrhu tvaru sluchátka je nutné brát ohled na rozměry standardizovaných komponent uvnitř sluchátka: mikrofonu, reproduktoru, desky plošných spojů s elektronickými součástkami, prozváněcí a klíčovací klávesy, napájecí baterie.

- **1,5 V AAA baterie** (obr. 3.1). Do sluchátka musí být možné instalovat jeden kus této baterie o rozměrech $\varnothing 10,5$ mm x 44,5 mm. Dle požadavků musí být baterie umístěna na lehce přístupném místě a její výměna by měla být pohodlná a rychlá.



Obr. 3.1: 1,5 V AAA baterie a její rozměry (např. GP 850mAh Ultra Alkaline) – vymodelováno v Autodesk Inventor 2010

- **Reproduktor a mikrofon** (obr. 3.2), jejichž modely byly podle známých rozměrů vytvořeny v Autodesk Inventor 2010. Jedná se o speciální reproduktor (obr. 3.7 a) a mikrofon (obr. 3.2 b)), jež jsou určeny pro použití v extrémních podmínkách (vlhkost, teplota, tlak apod.).



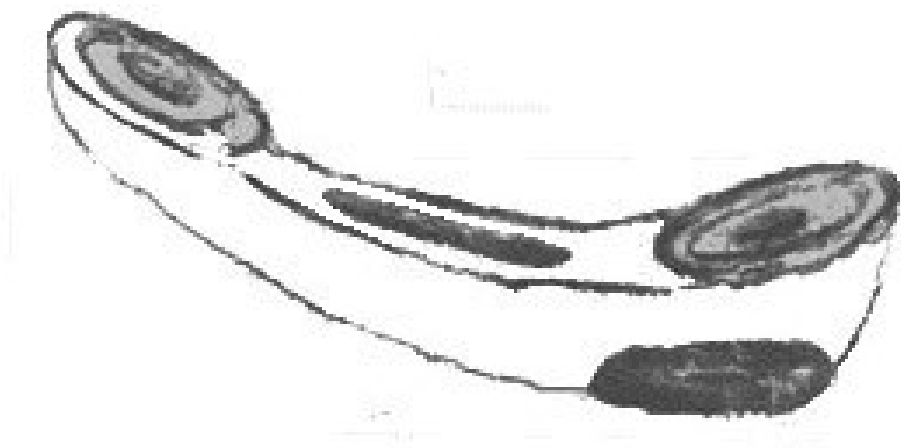
Obr. 3.2: Modely použitého reproduktoru, mikrofonu a jejich rozměry: a) reproduktor, b) mikrofon

3.2 Skicy a 3D návrhy

Jelikož bylo zadavatelem dovoleno vymyslet nový tvar, nezávisle na předchozích typech, snažil jsem se při kresbě prvotních návrhů vycházet z jednoduchých linií a tvarů.

- **Návrh sluchátka č. 1**

Varianta č. 1 na *obr. 3.3* vychází z jednoduchého konstrukčního řešení. Plynulá linie spojuje části sluchátka u reproduktoru a mikrofonu. Vnitřní prostor je rozměrově uzpůsobený všem požadovaným vnitřním prvkům (baterie, mikrofon, reproduktor atd.). Jeho nevýhoda však je v uchopení. Rukojeť sluchátka není ergonomicky vytvarovaná (nevhodné ostré hrany). Úplnému přitisknutí sluchátka k hlavě brání klouby a prsty ruky, je zde možnost poranění obličeje při rychlém přiložení.



Obr. 3.3: Návrh sluchátka č. 1

- **Návrh sluchátka č. 2**

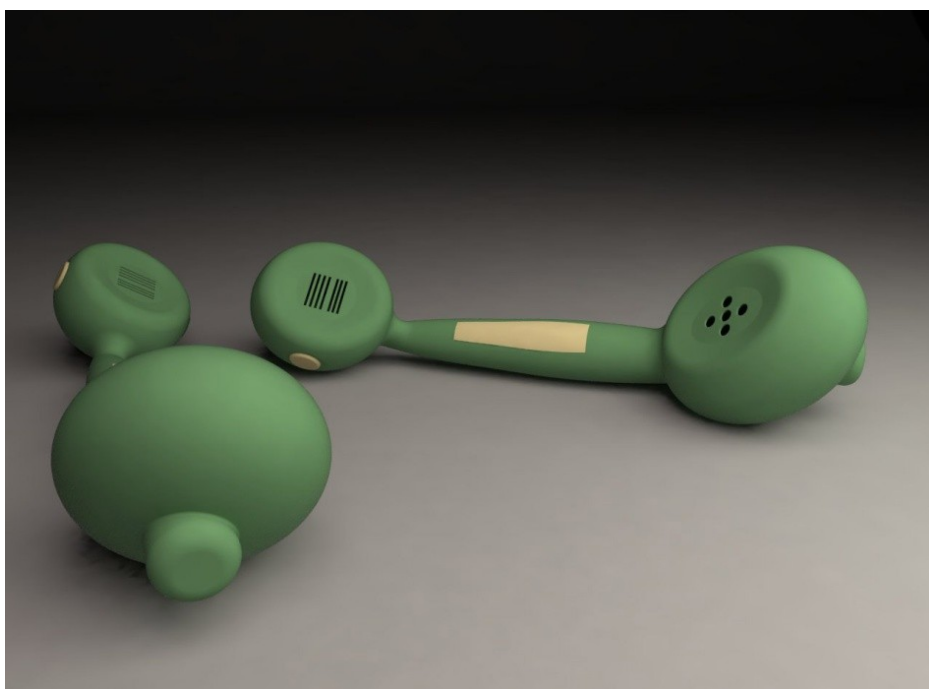
Varianta č. 2 na *obr. 3.4* je ergonomicky vhodná. Dostatečnou délku rukojeti umožňuje navrhnutý tvar části u mikrofonu. Takto se postupně rozšiřující profil umožňuje pohodlné uchopení i v rozměrných protipožárních rukavicích. Uvnitř navrženého sluchátka je vyhovující vnitřní prostor pro požadované komponenty (reproduktor, mikrofon a baterii). Klíčovací klávesy lze snadno aktivovat při normálním držení sluchátka za rukojeť. Prozváněcí klávesa je umístěna na zkosené části sluchátka a stiskne se palcem ruky.



Obr. 3.4: Návrh sluchátka č. 2

- **Návrh sluchátka č. 3**

Varianta č. 3 z *obr. 3.5* má v dolní části dostatečný prostor pro napájecí baterii. Klíčovací klávesa je umístěna na rukojeti sluchátka, takže zabezpečuje její jednoduché zmáčknutí. Prozváněcí klávesa je umístěna na obou stranách horní části sluchátka. Stisknutím obou prozváněcích kláves dojde k její aktivaci. Její nevýhoda spočívá v tom, že šířka rukojeti je příliš tenká, a proto nevyhovující ergonomickým zásadám. V horní zakulacené části není uvnitř sluchátka dostatečný prostor pro reproduktor, proto je pro následnou konstrukci nevhodná.



Obr. 3.5: Návrh sluchátka č. 3 – vizualizace pomocí modulu V-Ray v Rhinoceros 4.0

- **Návrh sluchátka č. 4**

U varianty č. 4 (obr. 3.6) jsou části nad reproduktorem a mikrofonem spojeny zaoblenou křivkou. Vnitřní prostor sluchátka je vyhovující pro požadované komponenty. Nevýhodou sluchátka je její rukojeť, která je příliš široká. Pohodlnému uchopení brání i vystouplá část na zadní stěně. Proto sluchátko nevyhovuje ergonomickým podmínkám.



Obr. 3.6: Návrh sluchátka č. 4 – vizualizace pomocí Autodesk Inventor 2010

- **Návrh sluchátka č. 5**

Tvar varianty č. 5 (obr. 3.7) je vhodně uzpůsoben pro obsahující vnitřní komponenty. Hlavní nevýhodou varianty č. 5 je nevhodná rukojeť sluchátka. Rukojeť je příliš tenká a došlo by snadno k poškození. Rovná část rukojeti také neumožňuje pohodlné přitisknutí sluchátka k hlavě, kterému brání klouby na ruce.



Obr. 3.7: Návrh sluchátka č. 5 – vizualizace pomocí Autodesk Inventor 2010

S přihlédnutím k výše popsaným nedostatkům proto z vytvořených variant volím pro další postup návrhu a konstrukce zařízení pro lodní telekomunikaci návrh sluchátka č. 3 (*obr. 3.4*), a to hlavně z důvodu jejího ergonomického a tvarového provedení.

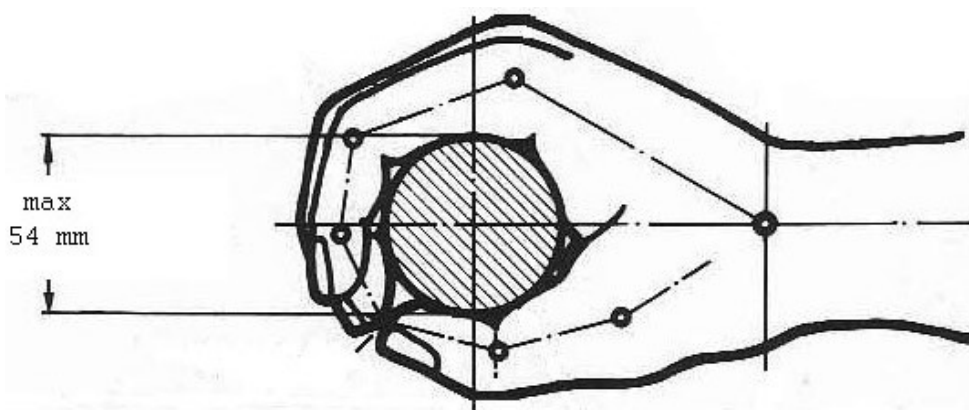
3.3 Ergonomie sluchátka

3.3.1 Délka sluchátka

Délkou sluchátka se myslí především vzdálenost středu reproduktoru od středu mikrofonu. Vzdálenost musí zajistit, aby osa reproduktoru směřovala přímo do ucha a osa mikrofonu směřovala přímo do úst, a tím tak docházelo k ideálnímu přenosu řečového signálu. Velikost a rozměr hlavy je uvedena v německé normě DIN 33402-2. Norma předepisuje, že vzdálenost těchto dvou lidských částí (ústa a ucho) je normalizována na 16,5 cm pro 90% populace. Na lidské hlavě není ucho s ústy v jedné rovině, proto se musí při navrhování sluchátka uvažovat úhly natočení mezi reproduktorem a mikrofonem. Úhel natočení reproduktoru od vodorovné roviny sluchátka vyplývá z normy pro normalizované rozměry hlavy a je 13° . Úhel natočení mikrofonu je 43° . [10], [11]

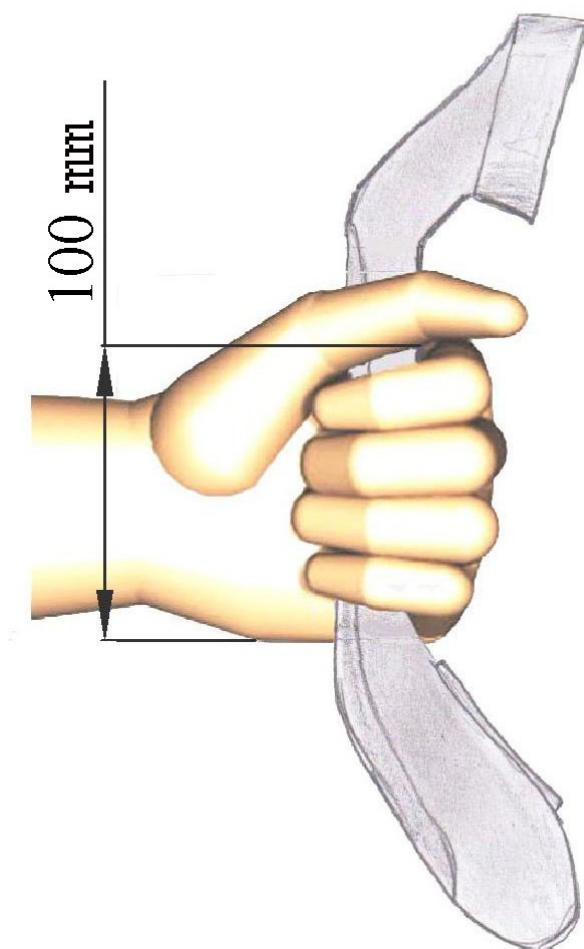
3.3.2 Rukojeť

Tvar a velikost rukojeti je podmíněna normou ČSN EN 547-01. Maximální průřez rukojeti, který zaručí pohodlné uchopení pro 97,5 % populace, tato norma předepisuje na 54 mm – viz *obr. 3.8*. Na rukojeti musí být také patřičné zaoblení hran pro rychlý a pevný úchop.



Obr. 3.8: Maximální předepsaný rozměr pro pohodlné uchopení rukojeti (převzato z [10])

Délka rukojeti je dána normalizovaným rozměrem šířky ruky (pěsti) – viz *obr. 3.9*. Norma ČSN EN 547-01 udává pro 98 % populace šířku ruky bez palce na rozměr 90 mm. Palec se nebude dotýkat rukojeti, ale bude naveden konstrukcí sluchátka na prozváněcí klávesu. Sluchátko musí být možné uchopit i v protipožárních rukavicích. Protipožární rukavice jsou normalizovány rozměrem 10 mm jako přídavek na šířku ruky. Celková délka rukojeti by tedy podle normy [11] měla být min 100 mm. Uchopení sluchátka nesmí na celé šířce ruky překážet žádný konstrukční prvek.

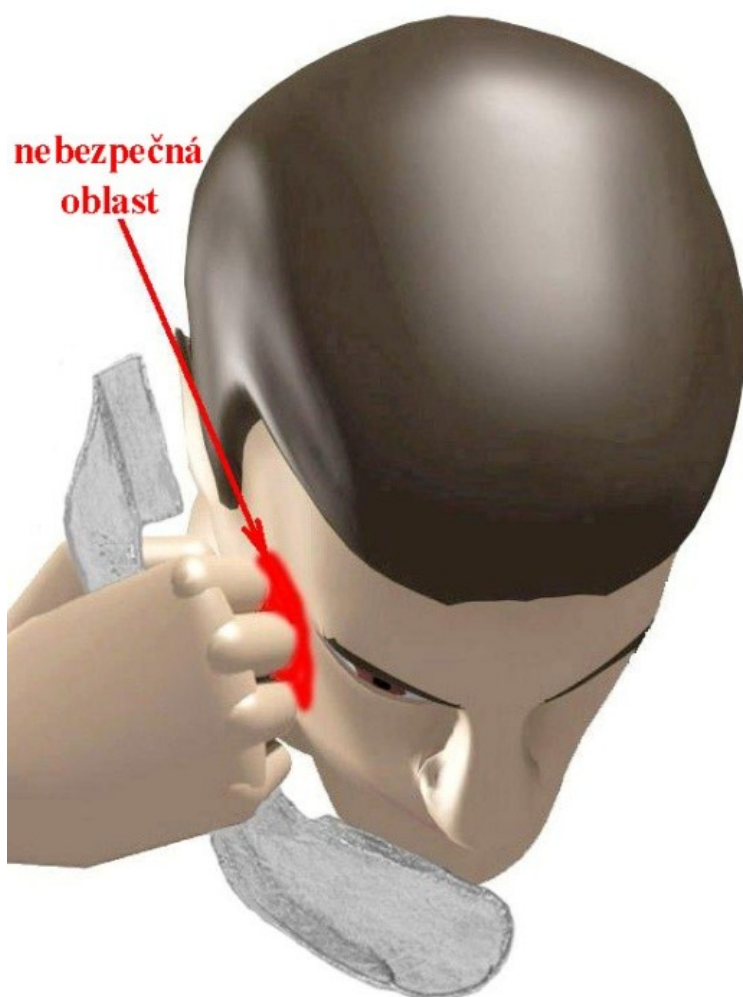


Obr. 3.9: Uchopení sluchátka, normalizovaná šířka ruky dle [11]

3.3.3 Bezpečnost

Při tvarovém návrhu sluchátka je také potřeba brát v potaz bezpečnostní faktor. Sluchátko bude používáno i ve stresových situacích, při kterých klesá lidská pozornost a roste šance na poranění (dle [11]). Sluchátko může způsobit poranění klouby ruky v oblasti lící kosti. Je proto potřeba tvar sluchátka a umístění rukojeti navrhnout tak, aby při

rychlém přiložení sluchátka k hlavě byly dva opěrné body. První bude tvořit plocha u reproduktoru, která se opře o ucho. Druhý bude tvořit plocha nad mikrofonem, která se zastaví o ústa. Tímto se zamezí kontaktu všech částí ruky s hlavou v tzv. nebezpečné oblasti, což je patrné z *obr. 3.10*. U sluchátka je rovněž nutné odstranit ostré hrany pomocí maximálně možného zaoblení (popř. zkosení).



Obr. 3.10: Nebezpečná oblast při přiložení sluchátka k hlavě

4. Výroba sádrového modelu sluchátka

4.1 Vytvoření konstrukce

Ještě před samotným modelováním jsem si vytvořil konstrukci z ocelového drátu a dvou koleček o průměru odpovídajícímu velikostem reproduktoru a mikrofону (*obr. 4.1*). Vzdálenost a úhel natočení koleček jsem zvolil tak, aby výsledný tvar sluchátka odpovídal rozměrům, které jsou ergonomicky nejvhodnější (viz. kapitola 3.3 Ergonomie sluchátka).



Obr. 4.1: Drátová konstrukce

4.2 Vytvarování rukojeti

Rukojeť jsem pomocí sochařské hlíny tvaroval na připravené drátové konstrukci sluchátka (viz *obr. 4.1*). Tvar a rozměr rukojeti musí splňovat všechny ergonomické normy. Tvarování rukojeti omezovalo umístění tzv. klíčovací klávesy, která je jedním z technických požadavků pro výsledné sluchátko. Pro jednoduchost a snadnou výrobitelnost jsem volil rovný profil se zaoblenými hranami.

4.3 Dotvarování zbytku sluchátka

Po vytvoření ergonomicky vhodné rukojeti jsem dotvaroval zbytek sluchátka (*obr. 4.2*). Při dotvarování sluchátka sochařskou hlinou jsem počítal i s určitou minimální tloušťkou stěny, volil jsem tedy 2 mm. Dále jsem se musel vypořádat s prostorem pro baterii, která má rozměry $\varnothing 10,5 \text{ mm} \times 44,5 \text{ mm}$. Tloušťka stěny u otevíracího krytu nad baterií postačí 1 mm. Konstrukce sluchátka se u reproduktoru a mikrofonu nesmí zužovat, jinak by tyto vnitřní komponenty nešlo instalovat a následně vyměnit.



Obr. 4.2: Model navrženého sluchátka ze sochařské hlíny

4.4 Volba dělicí roviny

Po zhotovení a zatvrdnutí sochařské hlíny byl model odléván. Ještě před samotným odléváním je důležité zvolit vhodnou dělicí rovinu (*viz obr. 4.3*). Dělicí rovina musí umožnit snadné vytažení modelu z odlévacích forem. Na modelu jsem ještě dotvaroval lehké úkosy, které usnadní následující postupy formování.



Obr. 4.3: Dělicí rovina modelu pro odlévání

4.5 Vytvoření forem

Nejprve jsem vytvořil pomocí dělicí roviny na modelu první polovinu sádrové formy (*obr. 4.4*), ze které jádro (model) nevytahuji, ale musím na ní před získáním druhé poloviny formy vytvořit tenkou vrstvu, která zabrání spojení obou sádrových polovin. Pro tento účel jsem použil vodní sklo. Druhá polovina byla získána stejným způsobem jako ta první. Ještě před oddělení forem jsem si na obou formách udělal rysky pro vzájemné vymezení polohy, které budu používat v dalších krocích (při běžném odlévání se používají vodící kolíky). Po dokončení formování mohu od sebe formy oddělit a odstranit jádro (model).



Obr. 4.4: Sádrová polovina formy pro odlévání

4.6 Vtoková soustava

Na získaných formách byly po úplném vyschnutí sádry vyhlazeny plochy a doopraveny vady vzniklé při vytahování modelu. V takto opravených formách bylo potřeba zvolit vhodnou vtokovou soustavu (*obr. 4.5*). Vtok a výfuk musí být umístěny na horní straně formy (záleží na poloze forem při odlévání). Pro malou součást bude stačit vtoková soustava pouze na jedné polovině formy. Na připravené formy jsem opět nanесl vrstvu vodního skla, která zabrání spojení odlitku s formami. Po natření jsou formy připraveny k odlévání sluchátka.



Obr. 4.5: Vtoková soustava

4.7 Odlití do forem

Připravené formy jsem k sobě pevně přitiskl svorkami, aby nalévaná hmota (sádra) tlakem neodválila poloviny od sebe. Formy se někdy nepodaří přitisknout na sebe tak, aby přesně seděly a nedošlo tak k vybočení jedné z nich. K tomu mně posloužily vytvořené rysky na obou stranách forem. Řídká hmota (sádra) byla pomalu vlita do vtoku. Výfuk, který jsem si vytvořil, odvádí z forem vzduch a zabraňuje tak vzniku bublin a prasklin na odlitku. Po úplném naplnění forem musel sádrový odlitek pořádně vyschnout a až teprve potom jsem celou sestavu pro odlévání rozebral (*obr. 4.6*).



Obr. 4.6: Odlitý model navrženého sluchátka ve formě

4.8 Úprava odlitku

Z odlitku se musela důkladným vyschnutím odstranit všechna vlhkost. Celou součást jsem musel vybrousit, protože po odlévání nezůstaly na odlitku hladké plochy. Poté jsem teprve mohl všechny poškození a nedostatky doopravit pomocí akrylátového tmelu.



Obr. 4.7: Upravený odlitek navrženého sluchátka

Na opraveném modelu (*obr. 4.7*) byly díky hrubosti brusného papíru vidět stopy po broušení. Tyto stopy jsem zakryl akrylovým tmelem ve spreji, který jsem nanášel v několika vrstvách. Po každém nánosu se musí jemně hrubou houbou vetřít do sádrového modelu. Touto úpravou dostane odlitek hladký celistvý povrch bez škrábanců.

5. Konstrukce sluchátka

5.1 Vymodelování sluchátka za použití 3D softwaru

Pro vymodelování návrhu sluchátka byly použity programy Autodesk Inventor 2010, Catia V5 R19 a Rhinoceros 4.0. Díky formátům STEP a IGIS, které podporují všechny tyto programy, bylo možné převádět jednotlivé kroky navržené v Rhinoceros 4.0 do Catie V5 R19 a Autodesk Inventor 2010. Konečná vizualizace návrhu zařízení pro lodní telekomunikaci (na *obr. 5.1*) byla vytvořena pomocí modulu V-Ray v programu Rhinoceros 4.0.



Obr. 5.1: Konečná vizualizace návrhu zařízení pomocí modulu V-Ray v Rhinoceros 4.0

Pomocí funkce „human builder“ obsažené v 3D softwaru Catia V5 R19 byl konstrukční návrh zařízení vložen do sestavy s ergonomicky definovanou postavou dospělého muže, což posloužilo k simulaci uchopení navrženého sluchátka reálným modelem lidské ruky (*obr. 5.2*). [14] Tímto byla potvrzena ergonomicky vhodná konstrukce sluchátka.

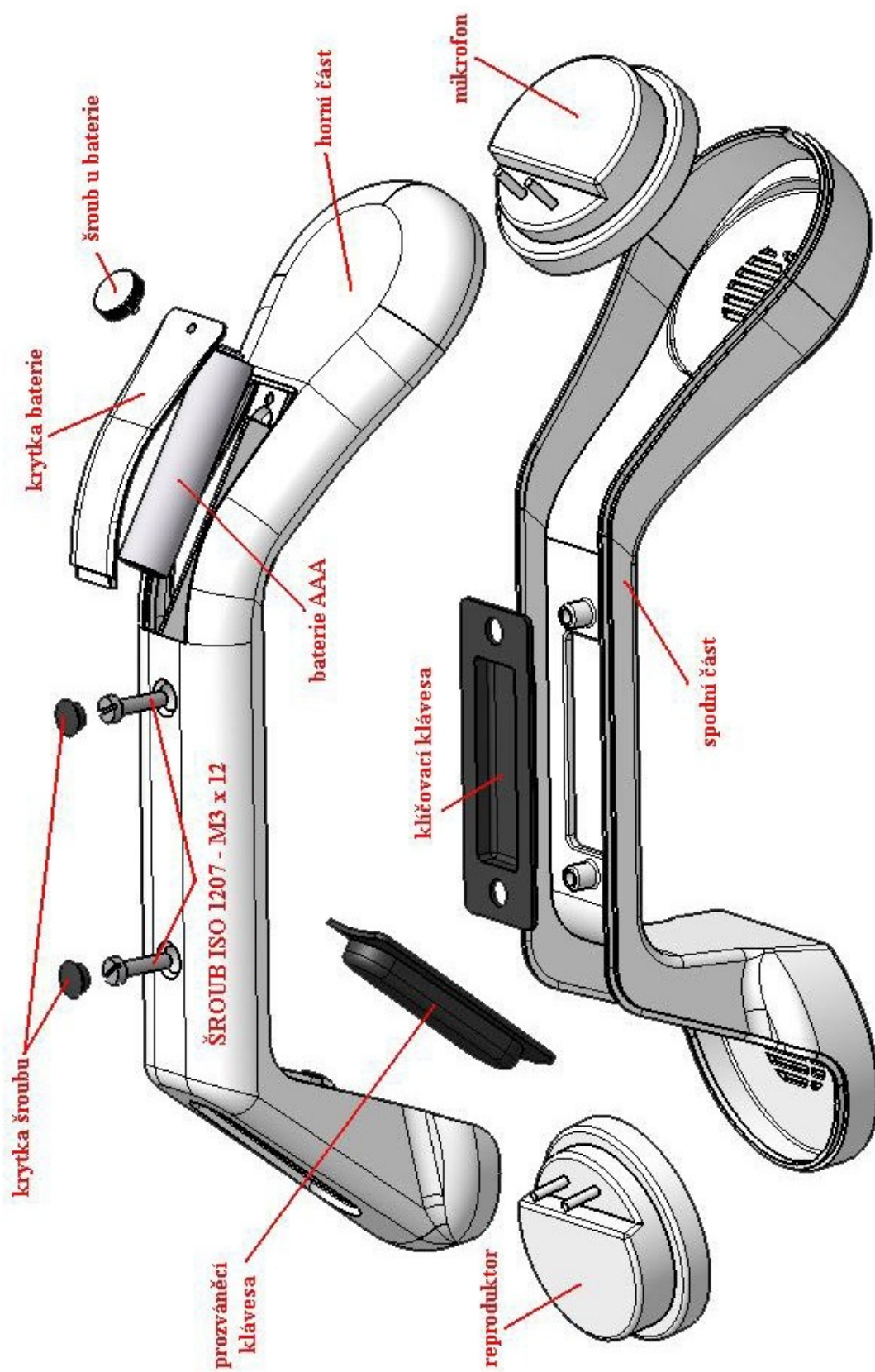


Obr. 5.2: Simulace uchopení navrženého sluchátka lidskou rukou

5.2 Konstrukční řešení technických požadavků

5.2.1 Segmenty sluchátka

Sluchátko se skládá ze dvou hlavních částí (horní a dolní polovina), které tvoří většinové pokrytí celého navrženého sluchátka. Dalším důležitým dílem modelu je kryt pro baterii a k němu příslušný navržený šroub. Navržené jsou i tvary klíčovací a prozváněcí klávesy. Součástí modelu jsou i dva normalizované šrouby a k nim příslušné krytky pro díry. Modelovány byly také technické zařízení (baterie, mikrofon, reproduktor). Kompletní rozebraná sestava všech komponentů a částí sluchátka je na *obr. 5.3*.



Obr. 5.3: Rozebraná sestava všech komponentů a částí navrženého sluchátka

5.2.2 Tloušťka stěny modelu

Tloušťka stěny byla zvolena podle potřeby minimálního vnitřního prostoru a pevnosti celé součásti. Výsledný rozměr tloušťky stěny je 2 mm po celém objemu tělesa. Pouze v místě, kde je umístěn reproduktor a mikrofon je zužující se část. Minimální tloušťka stěny v zúžené ploše je 1 mm, což je ale i pro tento případ konstrukčního řešení sluchátka dostačující.

5.2.3 Dvě hlavní části sluchátka (horní a spodní)

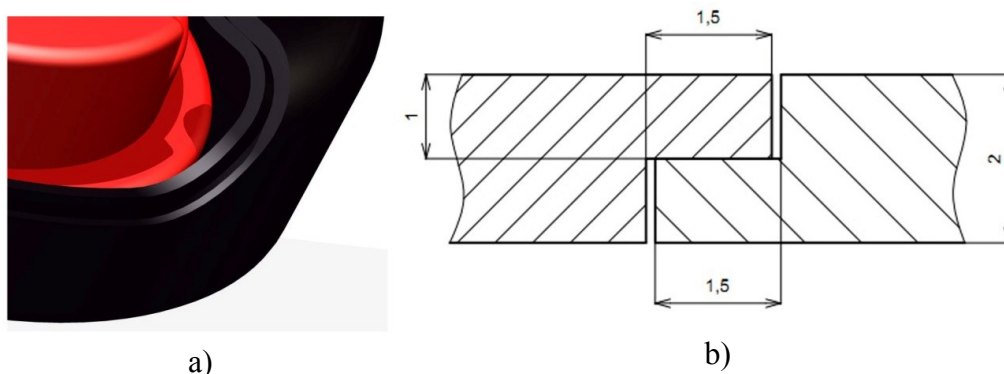
Horní (*obr. 5.4 a)*) i spodní (*obr. 5.4 b)*) část jsou navrženy tak, aby je bylo možné snadno spojit. V obou dvou polovinách musí být prostor pro reproduktor a mikrofon, který je \varnothing 45 mm a 15 mm na výšku. Dále se musí v konstrukci počítat s klíčovací a prozváněcí klávesou. Je zde taky vytvořena díra pro spojení se spirálovým kabelem. V horní části je navrženo uložení do baterie.



Obr. 5.4: Dvě hlavní části navrženého sluchátka: a) horní část, b) spodní část

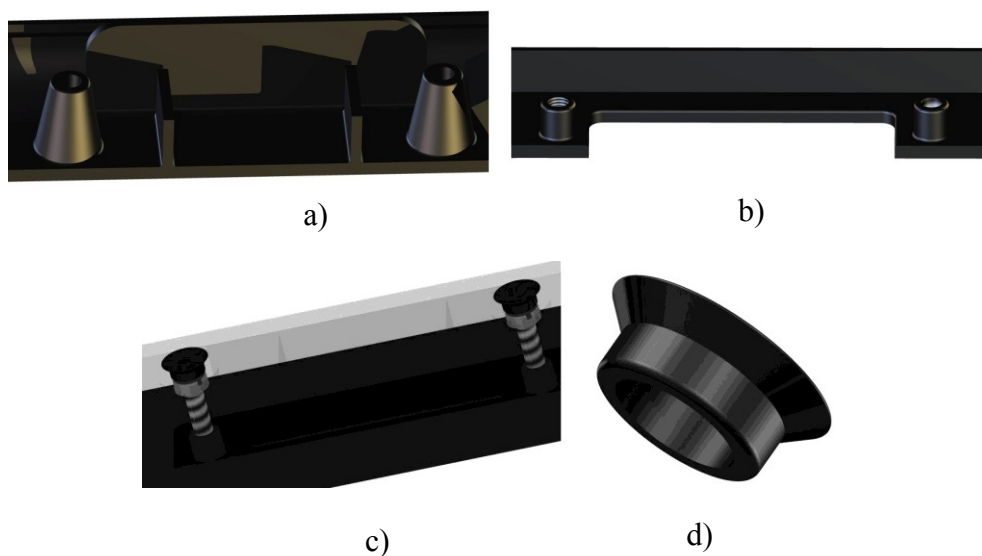
5.2.4 Spojení dvou hlavních částí

Hlavní části jsou spojeny pomocí pera (drážky), které je provedeno po celém obvodu horní i dolní části (*obr. 5.5 a*). Rozměr pera je 1,5 mm x 1 mm (*obr. 5.5 b*). Tento rozměr je u obou polovin stejný, takže zaručuje přesné vymezení polohy.



Obr. 5.5: Spojení dvou hlavních částí sluchátka: a) zobrazení pera, b) rozměry pera

Aby bylo celé sluchátko pevné, musí být obě poloviny k sobě přitlačovány silou. Tuto sílu vyvolá dotažení dvou šroubů, které jsou umístěny v rukojeti sluchátka. V horní části je pro šroub vytvořeno zkosené vodící pouzdro s průchozím otvorem o ϕ 3,2 mm (*obr. 5.6 a*). Umožní také zapuštění hlavy šroubu, která by jinak v rukojeti překážela. Ve spodní části je navrženo válcové pouzdro (*obr. 5.6 b*), v kterém je vytvořen závit M3 o potřebné délce pro dotažení šroubu. Pro konstrukci byl použit ŠROUB M3 x 12 ISO 1207 – 8,8 (viz *obr. 5.6 c*). [15] K zabránění přístupu nečistot a vlhkosti ke šroubům jsou umístěny dvě krytky odpovídající díře pro šroub (*obr. 5.6 d*). [16]



Obr. 5.6: Sešroubování dvou hlavních částí sluchátka: a) vodící pouzdro pro šroub, b) pouzdro se závitem pro šroub, c) poloha šroubů v rukojeti, d) krytka šroubu

5.2.5 Rukojeť sluchátka

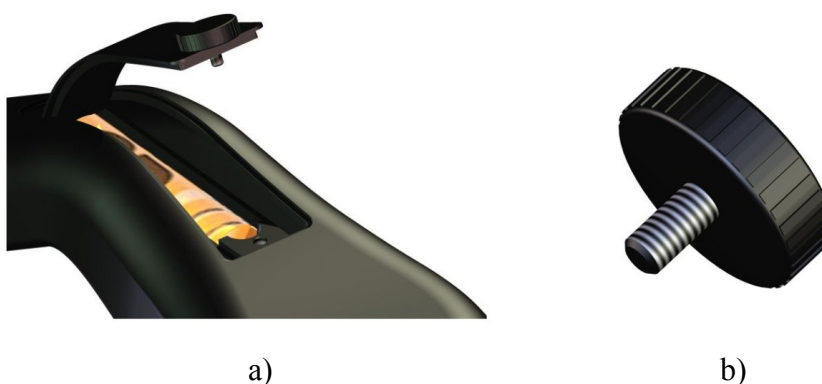
Rukojeť (*obr. 5.7*) byla navržena podle ergonomických zásad a norem. Její délka je 85 mm, průřez tvoří obdélníkový tvar o rozměrech 30 mm x 18 mm. Aby byla rukojeť lehce uchopitelná, je použito zaoblení na horní části sluchátka o poloměru 10 mm.



Obr. 5.7: Rukojeť sluchátka

5.2.6 Umístění baterie

Napájecí 1,5 V AAA baterie je umístěna uvnitř sluchátka, tak aby kvůli ní zbytečně nenarůstala konstrukční velikost sluchátka. V horní části je pro baterii vytvořen vhodný prostor (*obr. 5.8 a*). Díky tvaru prostoru pro baterii v horní polovině, krytce baterie a příslušnému navrženému šroubu (*obr. 5.8 b*) je možno baterii snadno manuálně vyměňovat. Kryt baterie je přitlačen na dosedací plochy v horní části dotažením šroubu. [15]



Obr. 5.8: Umístění baterie: a) poloha baterie uvnitř sluchátka, b) šroub pro pohodlnou výměnu baterie

5.2.7 Klíčovací klávesa

Klíčovací klávesa je umístěna ve spodní části sluchátka. Její poloha je vymezena otvorem a dvěma pouzdry se závity pro šroub ve spodní části (*obr. 5.9 a)*). Klávesa je přitlačována dosedací plochou v horní polovině. Klávesa (*obr. 5.9 b)*) je navržena tak, aby ji při držení sluchátka za rukojeť bylo možné všemi prsty zmáčknout a tím umožnit hovor.



Obr. 5.9: Klíčovací klávesa: a) vymezení polohy, b) model klíčovací klávesy

5.2.8 Prozváněcí klávesa

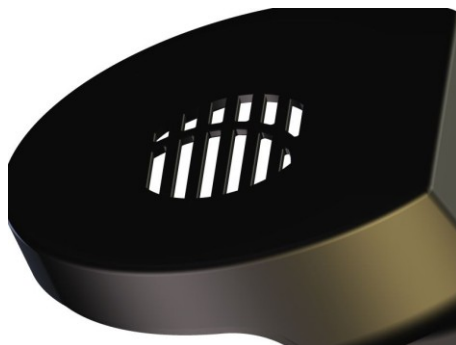
Prozváněcí klávesa je umístěna na šikmé ploše horní části sluchátka (*obr. 5.10 a)*). Tvar klávesy (*obr. 5.10 b)*) kopíruje vnitřní zaoblení sluchátka tak, aby dosedala celou plochou. Úhel, kterým je sluchátko nakloněno od rukojeti, umožňuje pohodlné přiložení palce a zmáčknutí tak prozváněcí klávesy. Tato klávesa se nebude používat během celého hovoru, ale pouze při snaze uskutečnit hovor (tzv. prozvonění), proto je toto tlačítko umístěno až na přilehlé ploše k rukojeti.



Obr. 5.10: Prozváněcí klávesa: a) vymezení polohy, b) model prozváněcí klávesy

5.2.9 Mřížkování

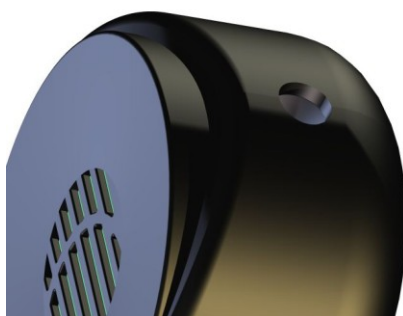
Návrh tvaru mřížky (viz *obr. 5.11*) na spodní části je inspirován klasickým rovnoběžným mřížkováním, které je používáno u většiny telefonních sluchátek. Protože by mohlo dojít k nechtěnému vylamování částí mřížky, byla přidána zaoblená křivka, která zmenšuje délku jednoho prvku mřížky a tím zlepšuje odolnost mřížky proti mechanickému poškození.



Obr. 5.11: Tvar mřížky

5.2.10 Spojení se spirálovým kabelem

Pro potřebu spojení celého sluchátka s přívodním spirálovým kabelem je vytvořen otvor o průměru 6 mm v obou hlavních spojovaných součástech sluchátka (*obr 5.12*). Vnitřní prostor ve sluchátku umožňuje i úplné utěsnění pomocí vytvarované koncovky umístěné na kabelu. Tato koncovka už není řešena, ale je součástí elektrického krouceného kabelu.



Obr. 5.12: Otvor pro spirálový kabel

5.3 Zvolené materiály sluchátka

5.3.1 Materiál hlavních částí

Jedním z hlavních požadavků na sluchátko je, aby bylo vyrobeno z materiálu, který bude snášet bez problémů velké rozmezí teplot od - 45°C do 55 °C a bude odolný vůči slané vodě a vlhkému prostředí. Podle tohoto kritéria je možné zvolit hned několik druhů materiálů (např. plast ABS, akulon K225-KS, a jiné druhy plastických hmot). Pro navržený tvar sluchátka byl zvolen plast ABS s kombinací polykarbonátu (PC + ABS), který zvyšuje minimální teplotní odolnost.

Plast ABS (neboli Acrylonitrile Butadiene Styrene) je amorfni termoplastický kopolymer, společně s polykarbonátem PC + ABS dle ISO 1183 je přiměřeně odolný vůči mechanickému poškození. Tuhý, houževnatý, dle typu odolný proti nízkým i vysokým teplotám, málo nasákavý, zdravotně nezávadný. Je odolný vůči kyselinám, louhům, uhlovodíkům, olejům. Je stálý v rozmezí teploty od - 50°C až do 90°C (viz Příloha A – Materiálový list PC + ABS). Tento materiál je přiřazen navrženým částem – dolní část, horní část, krytka baterie a šroub u baterie.

5.3.2 Materiál spínacích kláves

Klíčovací klávesa, prozváněcí klávesa a krytky pro šrouby budou zhotoveny z velmi tenkého PUR – elasomeru (TPU 59D), který zaručí u kláves jejich snadné domáčknutí a vrácení do původní polohy. Tento materiál má přijatelně vysokou teplotní odolnost (viz Příloha B – Materiálový list TPU 59D).

5.3.2 Materiál šroubu ISO 1207 - M3 x 12

Pro tento normalizovaný šroub je zvolen dle [15] materiál konstrukční ocel třídy 11 500.1.

5.4 Zvolená barva pro sluchátko

Barevný odstín navrženého sluchátka byl určen zadavatelem práce a je v soustavě RAL označen 9005 – černý mat.

5.5 Pevnostní analýza

Na navrženém modelu byla provedena experimentální pevnostní analýza MKP (metodou konečných prvků) pomocí aplikace v Autodesk Inventor 2010, která simuluje pád sluchátka na zem z výšky 2 m. Výpočet pevnostní analýzy byl proveden na části sluchátka, kde se předpokládá největší vnitřní napětí a deformace.

5.5.1 Výpočet zatěžující síly

Hmotnost celé sestavy nouzového sluchátka byla odhadnuta na základně tvaru jednotlivých komponent, zvoleného materiálu a doposud vyráběných sluchátek na $m = 0,8 \text{ kg}$. Síla F , která působí na sluchátko v době pádu, je rovna tíhové síle G . Budu předpokládat, že je těleso vyvážené a nebude během pádu rotovat. Tíhová síla G není během pádu konstantní, proto se musí vypočítat následovně: [17]

$$G = \kappa \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = \kappa \cdot \frac{M \cdot m}{(R + y)^2} = m \cdot g \cdot \frac{R^2}{(R + y)^2} = 0,8 \cdot 9,8 \cdot \frac{6378000^2}{(6378000 + 2)^2} = \underline{\underline{7,839 \text{ N}}} \quad (1)$$

Kde:

$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$ - gravitační konstanta

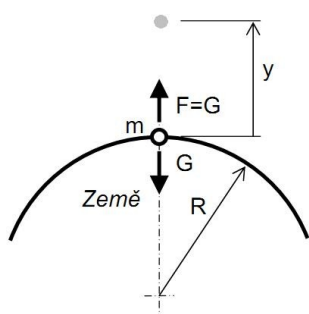
$M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ - hmotnost Země

$R = 6378 \text{ km}$ - poloměr Země

r - vzdálenost od středu Země

y - výška nad povrchem Země

Na povrchu Země (místo dopadu, obr. 5.13) se však výsledná tíhová síla $F=G$ působící na sluchátko při dopadu vypočítá jako:



$$F = G = \kappa \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot g = 0,8 \cdot 9,8 = \underline{\underline{7,84 \text{ N}}} \quad (2)$$

Obr. 5.13: Schéma pro výpočet F (převzato z [17])

5.5.2 Zadání zatěžující síly

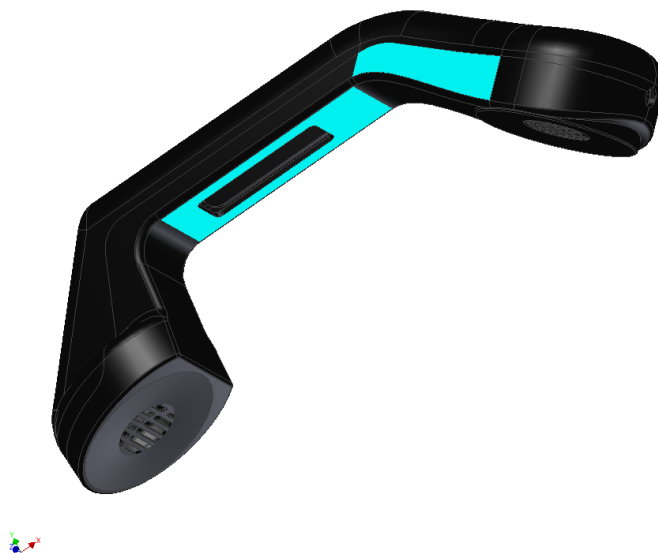
Zatěžující síla F , která představuje reakci vyvolanou silou dopadu sluchátka na zem, je přiřazena k zaoblené ploše nad reproduktorem (*obr. 5.14*).



Obr. 5.14: Zatěžující síla F

5.5.3 Vytvoření pevné vazby

Pro pevnostní analýzu bylo potřeba zvolit vhodnou pevnou vazbu, která zabrání nechtěnému posuvu a znehodnocení celého výpočtu. Pro tento experimentální výpočet postačí pevná vazba na rukojeti sluchátka, zabráňující posuvu ve směru Y a pevná vazba na stěnách sluchátka, která zabráňuje posuvu v ose Z (*obr. 5.15*).



Obr. 5.15: Volba pevných vazeb

5.5.4 Přiřazení materiálů

Pro přesnost výpočtu bylo také nutné přiřadit jednotlivým částem odpovídající materiály, tzn. PC + ABS (v Autodesk Inventor 2010 jen Plast ABS), konstrukční ocel třídy 11 500.1 (v Autodesk Inventor 2010 jen Ocel) – viz *tab. 5.1*.

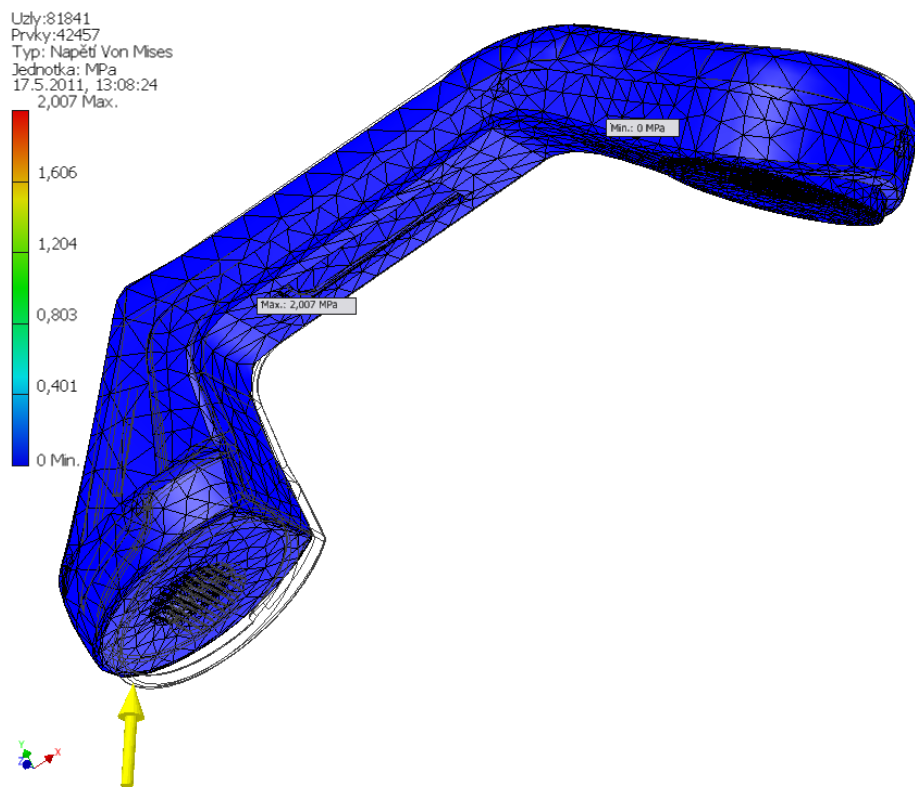
Název	Plast ABS	
Obecné	Měrná hmotnost	1,06 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	40,33 MPa
	Mez pevnosti v tahu	40 MPa
Napětí	Youngův modul	2,89 GPa
	Poissonova konstanta	0,38 ul
	Modul pružnosti	1,0471 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,00000000857 ul/c
	Tepelná vodivost	0,299 W/(m K)
	Měrné teplo	1500 J/(kg c)
Název	Ocel	
Obecné	Měrná hmotnost	7,85 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	207 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345 MPa
Napětí	Youngův modul	210 GPa
	Poissonova konstanta	0,3 ul
	Modul pružnosti	80,7692 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,0000000012 ul/c
	Tepelná vodivost	56 W/(m K)
	Měrné teplo	460 J/(kg c)

Tab. 5.1: Vlastnosti použitých materiálů potřebné pro výpočet

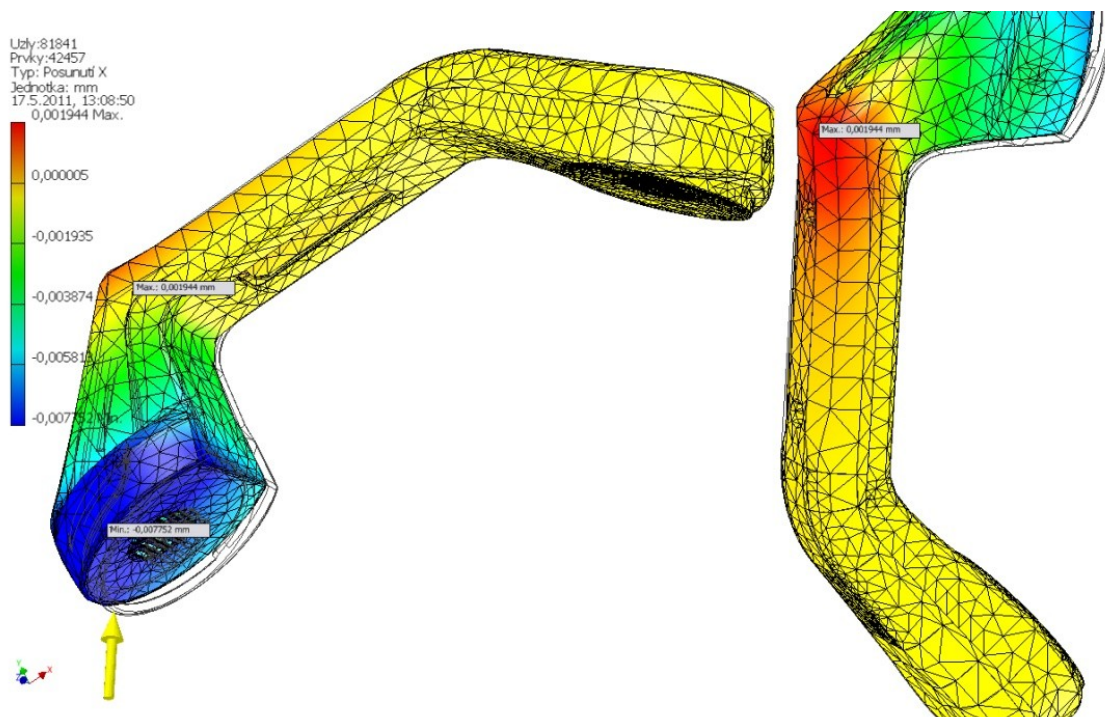
5.5.5 Výsledky a zhodnocení pevnostní analýzy

Výsledkem pevnostní analýzy jsou schematické obrázky modelu sluchátka a jejich vyhodnocení. Na jednotlivých obrázcích jsou znázorněna vnitřní pnutí, maximální a minimální deformace. Velikost deformování součástí na obrázcích je pouze ilustrativní a pro dobrou viditelnost musela být zvětšena v měřítku. Pro tento experimentální výpočet postačí zobrazení napětí Von Misses (*obr. 5.16*), posunutí X (*obr. 5.17*), ekvivalentní vnitřní napětí (*obr. 5.18*), napětí XX (*obr. 5.19 a*), napětí XX vnitřní (*obr. 5.19 b*)).

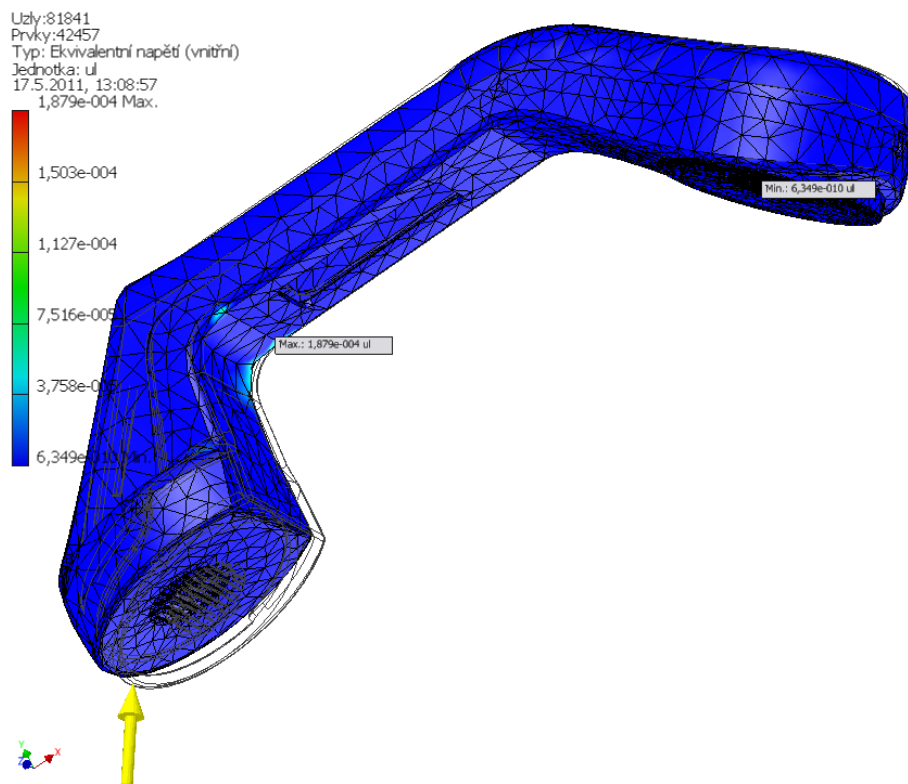
Z pevnostní analýzy provedené MKP lze vidět, že největší vnitřní pnutí a plastické deformace jsou v přechodu mezi rukojetí sluchátka a zkosenou částí, v níž je umístěno prozváněcí tlačítko a reproduktor. K dosažení co nejmenších vnitřních vad a poškození byl navržen plynulý přechod mezi rukojetí a zkosenou částí sluchátka pomocí konstrukčně vyhovujícího poloměru zaoblení.



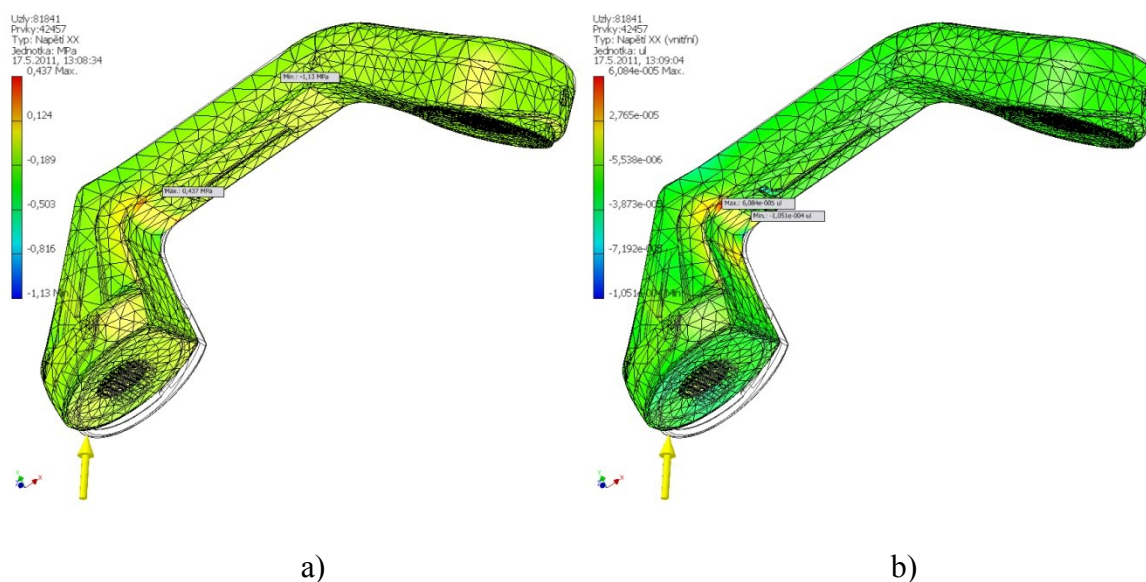
Obr. 5.16: Pevnostní analýza - napětí Von Mises



Obr. 5.17: Pevnostní analýza - posunutí v ose X



Obr. 5.18: Pevnostní analýza - ekvivalentní vnitřní napětí



Obr. 5.19: Pevnostní analýza - napětí: a) XX, b) XX vnitřní

6. Zhodnocení práce a doporučení dalšího postupu

Zadání bakalářské práce bylo od společnosti MESIT přístroje a má zcela praktický význam. Úkolem byl návrh optimálního řešení telekomunikačního zařízení – sluchátka, pro které si uvedená společnost analyzovala tržní příležitost včetně přitažlivosti a zařadila jej do svého plánu technického rozvoje. Proto postup a výsledky práce byly průběžně konzultovány a verifikovány se společností MESIT přístroje a byly respektovány její interní zásady pro řízení vzniku nového výrobku. Práce splnila své zadání – vznikla optimální konstrukce sluchátka nejen z pohledu ergonomie, ale i využití vnitřního prostoru pro elektroniku. Cílem práce nebylo komplexní řešení celého sluchátka – elektronické obchody a kabeláž je samostatně řešena na specializovaných pracovištích společnosti.

V souladu s postupem společnosti pro zavedení výrobku do sériové výroby doporučuji následující postup:

1. Vytištění dvou kusů modelů na 3D tiskárně a jejich doplnění o elektronické obvody včetně kabeláže. Takto sestavený výrobek lze považovat za funkční (laboratorní) vzorek, s nímž může být odzkoušena základní elektrická funkce, ověřena konstrukce (vhodnost navrženého designu, umístění tlačítek, jejich uživatelská příznivost).
2. Po oponentním vyhodnocení funkčního vzorku a zapracování připomínek následuje příprava 3 ks prototypů (výrobky, které jsou shodné s konečným sériově vyráběným výrobkem, ale jsou vyrobeny náhradní technologií). V této fázi se dořeší všechny konstrukční detaily – utěsnění, uchycení elektroniky. Následně budou ověřovány v podnikové laboratoři v rámci typových zkoušek potřebné technické parametry:
 - klimatotechnologické (vibrace, rázy, teploty, vlhkost, slaná mlha),
 - elektrické (bezpečnost, elektromagnetická kompatibilita, zkreslení, zesílení, spotřeba elektrické energie, výstupní výkon).

Souběžně se zpracuje technická dokumentace – technické podmínky, návody na obsluhu a kompletní konstrukční dokumentace (výkresy).

3. Po vyhodnocení typových zkoušek, zpracování připomínek a nových poznatků bude zpracována výrobní dokumentace – výrobní výkresy, technologické postupy, navrženy výrobní přípravky, zkušební zařízení atd. Pro ověřovací sérii doporučují vyrobit 20 ks, provést validaci výrobku (ověření výrobku v konkrétním provozu) a jeho následnou certifikaci (udělení souhlasu od autorizační osoby s použitím výrobku v lodním prostředí na základě vyhovujících výsledků všech zkoušek).

Následně může být výrobek uvolněn pro sériovou výrobu.

Je zřejmé, že výsledky bakalářské práce naplnily jednu ze základních etap pro vznik nového výrobku ve společnosti MESIT přístroje.

7. Závěr

Bakalářská práce byla zpracována po obsahové i formální stránce v souladu s požadavky a předpisy Fakulty strojní VŠB – Technické univerzity v Ostravě a plně splňuje zadání. Rešeršní činnost je zaměřena na vznik a vývoj komunikačních zařízení včetně vývoje a účelnosti designu telekomunikačních sluchátek od svého počátku až po současnost. Ve své analytické části je postupováno od variantních návrhů, jejich vyhodnocení, upozornění na výhody a nevýhody konkrétních řešení k výběru optimálního návrhu s důrazem na dodržení všech obecně platných ergonomických zásad uvedených zejména v technické normě ČSN EN 547-01. Vhodnost zvolené designové koncepce byla ověřena vytvořením vlastního sádrového modelu, jehož postup vzniku je v práci názorně zdokumentován. Rovněž byl vytvořen 3D model navrženého telekomunikačního sluchátka v CAD/CAM systému Catia V5 a Autodesk Inventor 2010. K pevnostním výpočtům byl použit speciální software v Autodesk Inventor 2010, názorné simulace pevnostního namáhání jsou v práci přehledně uvedeny. Vizualizace pro tisk plakátu je vytvořena v modulu V-Ray v Rhinoceros 4.0.

V souladu se zadáním byly vytvořeny výkresy sestav a vybraných dílů. Volba použitých materiálů včetně jejich barev byla navržena s ohledem na požadavky zadavatele a účel použití.

Práce plně splnila své zadání a její výsledky jsou v praxi přímo použitelné.

Poděkování

Děkuji paní Dr. Ing. Anně Plchové za odborné vedení a cenné připomínky při tvorbě bakalářské práce. Zvláštní poděkování patří kolektivu pracovníků firmy MESIT přístroje spol. s r. o., kteří mně poskytli zázemí potřebné pro vznik této práce.

Seznam použité literatury

- [1] MESIT přístroje. *Příručka jakosti*. Uherské Hradiště, 2011.
- [2] KURINSKY, A.. Hebrew History Federation. [Online] Hebrew History Federation Co.. [Citace: 13. Prosinec 2010.] <http://www.hebrewhistory.info>.
- [3] SOUČEK, L.. *Kam nedosáhne hlas*. Praha : SNDK, 1964. str. 240.
- [4] Estreich, B.. Bob's Old Phones. [Online] [Citace: 15. listopad 2010.] <http://www.bobsoldphones.net>.
- [5] CLARK, P. a FREEDMAN, J.. *Design bleskově*. [překl.] D. SVĚNTÁ. 1. vydání. Praha : Albatros nakladatelství, a.s., 2007. str. 144. ISBN 978-80-00-01823-2.
- [6] MYHRA, D.. Druhá světová válka. [Online] 2. 25 2004. [Citace: 9. Únor 2011.] <http://www.fronta.cz>.
- [7] Česká zbrojovka. [Online] 2011. [Citace: 9. Únor 2011.] www.czub.cz.
- [8] Army Radio Sales. [Online] Army Radio Sales Co., 2011. [Citace: 13. Prosinec 2010.] <http://www.armyradio.com>.
- [9] Tactical Communications. *TEA*. [Online] 2.0, Television Equipment Associates, Inc., 2010. [Citace: 20. Březen 2011.] <http://www.teaheadsets.com>.
- [10] HRUDIČKOVÁ, M.. Průmyslový desing, Ergonomie I. *Kurz: Ergonomie I*. [Online] 2007. [Citace: 29. Září 2010.] <http://vyuka.fs.vsb.cz/course/>.
- [11] CHUNDELA, L.. *Ergonomie*. 2. vydání. Praha : Nakladatelství ČVUT, 2007. str. 173. ISBN 978-80-01-03802-4.
- [12] JURGENS, H. W.. *Erhebung anthropometrischer Masse zur Aktualisierung der DIN 33 402 - Teil 2*. Dresden : Forschungsgruppe Industrieanthropologie, 2004. str. 86. ISBN 3-86509-189-X.
- [13] CHLUBNA, Z.. *ČSN EN 547-1*. Praha : Český normalizační institut, 1998. str. 16. EAN 8590963518176.
- [14] PLCHOVÁ, A. a HRUDIČKOVÁ, M.. *Design v konstrukci strojů, návody do cvičení*. 1. vydání. Ostrava : VŠB - TU Ostrava, 2008. str. 54. ISBN 80-248-0794-7.
- [15] LEINVEBER, J. a VÁVRA, P.. *Strojnické tabulky*. 1. vydání. Praha : ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2003. str. 865. ISBN 80-86490-74-2.
- [16] KALÁB, K.. *Části a mechanismy strojů pro balakáře, Části spojovací*. Ostrava : Skripta VŠB - TU Ostrava, 2008. str. 90. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [17] PODEŠVA, J.. Dynamika. *Kmitání kontinua*. [Online] 2010. [Citace: 27. Duben 2011.] http://www.337.vsb.cz/materialy/dynamika_zaklady_mechaniky_Jirka_e_learning/.
- [18] ŠVERCL, J.. *Technické kreslení a deskriptivní geometrie*. 1. vydání. Praha : Scientia, spol. s r.o., 2003. str. 341. ISBN 80-7183-297-9.

Seznam obrázků a tabulek

Obrázky:

Obr. 2.1: První historická zařízení pro telekomunikaci	15
Obr. 2.2: První historická zařízení pro telekomunikaci	17
Obr. 2.3: Western Electric's Model 300 Telephone z roku 1937.....	18
Obr. 2.4: Válečný bombardér Horten Ho 229 z roku 1944	19
Obr. 2.5: Útočná puška CZ 805 Bren A1 z roku 2010	19
Obr. 2.6: Sluchátko TF.PP-1A.....	20
Obr. 2.7: Sluchátko Racal Clansman 1381	21
Obr. 2.8: Sluchátko H-33/PT	21
Obr. 2.9: Sluchátko Clansman Type 2	22
Obr. 2.10: Sluchátko RA250.....	22
Obr. 3.1: 1,5 V AAA baterie a její rozměry	23
Obr. 3.2: Modely použitého reproduktoru, mikrofonu a jejich rozměry	23
Obr. 3.3: Návrh sluchátka č. 1	24
Obr. 3.4: Návrh sluchátka č. 2	25
Obr. 3.5: Návrh sluchátka č. 3 – vizualizace (V-Ray v Rhinoceros 4.0).....	25
Obr. 3.6: Návrh sluchátka č. 4 – vizualizace (Autodesk Inventor 2010).....	26
Obr. 3.7: Návrh sluchátka č. 5 – vizualizace (Autodesk Inventor 2010).....	26
Obr. 3.8: Maximální předepsaný rozměr pro pohodlné uchopení rukojeti.....	27
Obr. 3.9: Uchopení sluchátka, normalizovaná šířka ruky.....	28
Obr. 3.10: Nebezpečná oblast při přiložení sluchátka k hlavě.....	28
Obr. 4.1: Drátová konstrukce.....	30
Obr. 4.2: Model navrženého sluchátka ze sochařské hlíny.....	31
Obr. 4.3: Dělicí rovina modelu pro odlévání	31
Obr. 4.4: Sádrová polovina formy pro odlévání	32
Obr. 4.5: Vtoková soustava.....	33
Obr. 4.6: Odlitý model navrženého sluchátka ve formě	33
Obr. 4.7: Upravený odlitek navrženého sluchátka.....	34
Obr. 5.1: Konečná vizualizace návrhu zařízení (V-Ray v Rhinoceros 4.0).....	35
Obr. 5.2: Simulace uchopení navrženého sluchátka lidskou rukou	36
Obr. 5.3: Rozebraná sestava všech komponentů a části navrženého sluchátka.....	37
Obr. 5.4: Dvě hlavní části navrženého sluchátka.....	38
Obr. 5.5: Spojení dvou hlavních částí sluchátka.....	39
Obr. 5.6: Sešroubování dvou hlavních částí sluchátka	39
Obr. 5.7: Rukojeť sluchátka.....	40
Obr. 5.8: Umístění baterie.....	40

Obr. 5.9: Klíčovací klávesa.....	41
Obr. 5.10: Prozváněcí klávesa	41
Obr. 5.11: Tvar mřížky	42
Obr. 5.12: Otvor pro spirálový kabel.....	42
Obr. 5.13: Schéma pro výpočet F	44
Obr. 5.14: Zatěžující síla F	45
Obr. 5.15: Volba pevných vazeb	45
Obr. 5.16: Pevnostní analýza - napětí Von Misses	47
Obr. 5.17: Pevnostní analýza - posunutí v ose X.....	47
Obr. 5.18: Pevnostní analýza - ekvivalentní vnitřní napětí.....	48
Obr. 5.19: Pevnostní analýza - napětí: a) XX, b) XX vnitřní	48

Tabulky:

Tab. 5.1: Vlastnosti použitých materiálů potřebné pro výpočet	46
---	----

Obsah přiloženého CD

/Autodesk	...	3D modely, 2D dokumentace, vizualizace, pevnostní analýza, sestava.
/Catia	...	sestava.
/Ostatni	...	normativy, standardy, obrázky.
/Prace	...	vlastní diplomová práce ve formátu .pdf, zadání práce.
/Rhinoceros	...	3D modely, vizualizace.

Seznam příloh

Přílohy:

Příloha A – Materiálový list PC + ABS.....	I
Příloha B – Materiálový list TPU 59D	III
Příloha C – Ergonomie lidské ruky.....	V

Přiložená výkresová dokumentace:

Sestava BC-MAZ144-1

Výrobní výkres BC-MAZ144-1.1

Výrobní výkres BC-MAZ144-1.2

Výrobní výkres BC-MAZ144-1.3

Výrobní výkres BC-MAZ144-1.4

Příloha A – Materiálový list PC + ABS

Polykarbonát+ABS-blend (PC+ABS)

Zpracováváme tyto materiály následujícími postupy:

Extruze.

Extrudované profily podle výkresů a polotovary podle DIN

Obráběné díly.

Soustr. a frézované díly v kusové a sériové výrobě

Výlisky.

Vstřikované funkční díly do hmotnosti 16.000 g

Termoplastické vypěňování(TVP)Vysoce funkční díly a skříně do hmotnosti 16 kg .

Termoformy.

Ve vakuu vytvářené díly do rozměru 2000 x 2000 mm

Číslo materiálu		2271	
Hustota	ISO 1183	1,13	g/cm ³

Mechanické vlastnosti

Napětí na mezi kluzu	ISO 527	52	MPa
Tažnost	ISO 527	>50	%
E-Modul pružnosti v tahu	ISO 527	2200	MPa
Tvrdost podle Brinella	ISO 2039-1	90	MPa
Norma pro Tvrdost podle Brinella		H358/30	
Izod-vrbová houževnatost při 23 °C	ISO 180/1A	48	KJ/m ²

Elektrické vlastnosti

Permitivita při 50 Hz	IEC 60250	3	-
Permitivita při 1 MHz	IEC 60250	3	-
Dielektrický faktor ztrát při 50 Hz	IEC 60250	30	1E-4
Dielektrický faktor ztrát při 1 MHz	IEC 60250	85	1E-4
Průrazová pevnost	IEC 60243-1	35	kV/mm
Síla pro průrazovou pevnost		1	mm
Specifický průrazový odpor	IEC 60093	>10 ¹³	Ohm · m
Povrchový odpor	IEC 60093	1,00E+15	Ohm
Odolnost vůči plazivým proudům CTI	IEC 60112	250	-

Teplotní vlastnosti

Tepelná vodivost	DIN 52 612	0,2	W/K m
Koeficient délkové roztažnosti/příčný	ISO 11359	80	10 ⁻⁶ /K
Teplota tavení popř. zesklivatění	ISO 11357	130	°C
Tvarová stálost za tepla A	ISO 75 HDT/A (1,8 MPa)	100	°C
Tvarová stálost za tepla B	ISO 75 HDT/B (0,45 MPa)	122	°C
max. teplota krátkodobá		120	°C
max. teplota dlouhodobá		90	°C
min. teplota použití		-50	°C

Jiné vlastnosti

Nasákavost při norm. podmínkách	ISO 62	0,2	%
Nasákavost při vlhkosti	ISO 62	0,7	%
Chování při hoření podle UL 94	IEC	HB	-
Síla pro UL 94		0,85	mm
Průsvitnost (průhledný/průsvitný/průhledný)		průhledný	
Surovina		Bayblend T65 (Bayer)	

Tento datový list RIWETA 4.1 je určen pro Vaši osobní potřebu. V těchto datech jsou udány hodnoty.

Tyto hodnoty jsou ovlivněny podmínkami zpracování. Modifikace, přísady materiálů a okolní vlivy neosvobozují uživatele od vlastních zkoušek a pokusů. Jsou sestaveny na základě současných zkušeností a znalostí. Právní závazná ujištění určitých vlastností či způsobilost pro konkrétní účel nasazení nemůže být z našich údajů odvozena.

Další právní ochrana jakož i stávající zákony a ustanovení jsou od příjemce našich výrobků v jeho vlastní zodpovědnosti.

LPM s.r.o.
Technické díly z plastů
Koněvova 536
CZ-506 11 Jičín

Příloha B – Materiálový list TPU 59D

PUR-elastomer (TPU 59D)

Zpracováváme tyto materiály následujícími postupy:

Výlisky.

Vstřikované funkční díly do hmotnosti 16.000 g

Číslo materiálu		2631	
Hustota	ISO 1183	1,23	g/cm ³

Mechanické vlastnosti

Napětí na mezi kluzu	ISO 527	15	MPa
Pevnost v tahu	ISO 527	50	MPa
Tažnost	ISO 527	300	%
E-Modul pružnosti v tahu	ISO 527	220	MPa
Tvrdost Shore (A/D) nebo Rockwell (R/L/M)	ISO 868, ISO 2039-2	D57	-
Izod-vrbová houževnatost při 23 °C	ISO 180/1A	NB	KJ/m ²
Charpy-vrbová houževnatost při 23 °C	ISO 179/1eA	NB	KJ/m ²

Elektrické vlastnosti

Permitivita při 50 Hz	IEC 60250	6,3	-
Permitivita při 1 MHz	IEC 60250	4,8	-
Dielektrický faktor ztrát při 50 Hz	IEC 60250	380	1E-4
Dielektrický faktor ztrát při 1 MHz	IEC 60250	610	1E-4
Průrazová pevnost	IEC 60243-1	28	kV/mm
Síla pro průrazovou pevnost		1	mm
Specifický průrazový odpor	IEC 60093	>10 ¹²	Ohm · m
Povrchový odpor	IEC 60093	>10 ¹⁵	Ohm
Odolnost vůči plazivým proudům CTI	IEC 60112	600	-

Teplotní vlastnosti

Tepelná vodivost	DIN 52 612	0,22	W/K m
Koeficient délkové roztažnosti/příčný	ISO 11359	140	10 ⁻⁶ /K
Tvarová stálost za tepla A	ISO 75 HDT/A (1,8 MPa)	47	°C
Tvarová stálost za tepla B	ISO 75 HDT/B (0,45 MPa)	86	°C
max. teplota krátkodobá		120	°C
max. teplota dlouhodobá		90	°C
min. teplota použití		-30	°C

Jiné vlastnosti

Nasákavost při norm. podmínkách	ISO 62	0,3	%
Nasákavost při vlhkosti	ISO 62	1,2	%
Chování při hoření podle UL 94	IEC	HB	-
Síla pro UL 94		0,75	mm
Průsvitnost (průhledný/průsvitný/průhledný)		průhledný	
Surovina		Elastollan C59D (Elastogran)	

NB: zkušební tělísko nezlomeno

Tento datový list RIWETA 4.1 je určen pro Vaši osobní potřebu. V těchto datech jsou udány hodnoty.

Tyto hodnoty jsou ovlivněny podmínkami zpracování. Modifikace, přísady materiálů a okolní vlivy neosvobozují uživatele od vlastních zkoušek a pokusů. Jsou sestaveny na základě současných zkušeností a znalostí. Právní závazná ujištění určitých vlastností či způsobilost pro konkrétní účel nasazení nemůže být z našich údajů odvozena.

Další právní ochrana jakož i stávající zákony a ustanovení jsou od příjemce našich výrobků v jeho vlastní zodpovědnosti.

LPM s.r.o.

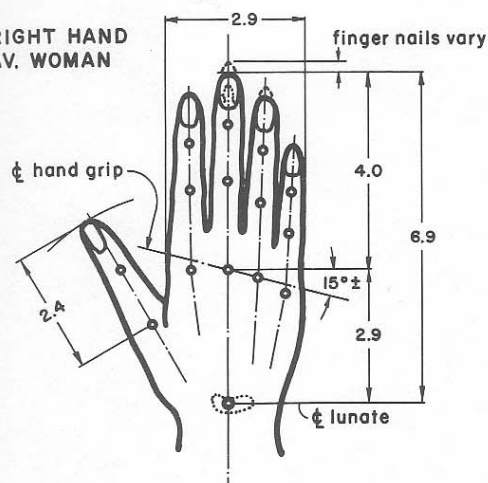
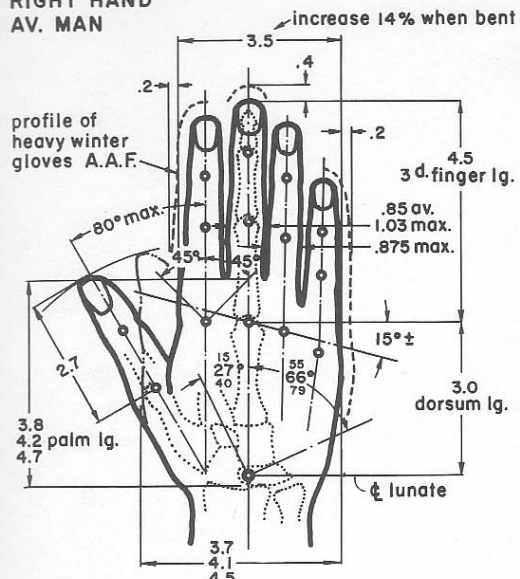
Technické díly z plastů

Koněvova 536

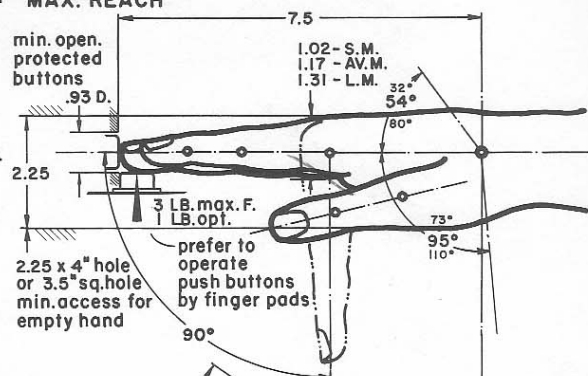
CZ-506 11 Jičín

Příloha C – Ergonomie lidské ruky (převzato z [13])

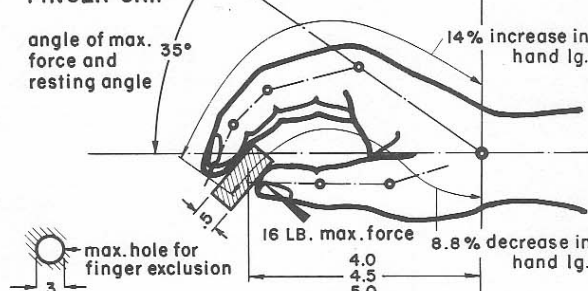
HAND MEASUREMENTS OF MEN, WOMEN AND CHILDREN



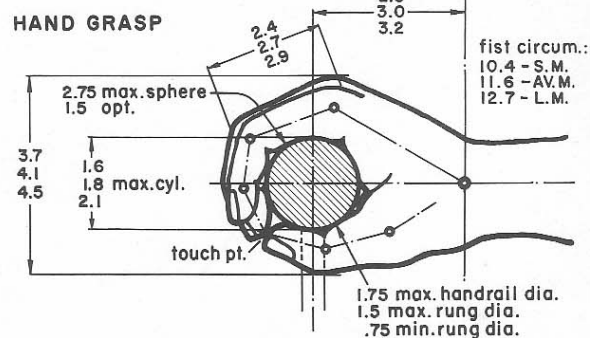
HAND POSITIONS - AVERAGE MAN MAX. REACH



FINGER GRIP



HAND GRASP



HAND DATA	MEN			WOMEN			CHILDREN			
	2.5 %tile	50. %tile	97.5 %tile	2.5 %tile	50. %tile	97.5 %tile	6 yr.	8 yr.	11 yr.	14 yr.
hand length	6.8	7.5	8.2	6.2	6.9	7.5	5.1	5.6	6.3	7.0
hand breadth	3.2	3.5	3.8	2.6	2.9	3.1	2.3	2.5	2.8	—
3 ^d . finger lg.	4.0	4.5	5.0	3.6	4.0	4.4	2.9	3.2	3.5	4.0
dorsum lg.	2.8	3.0	3.2	2.6	2.9	3.1	2.2	2.4	2.8	3.0
thumb length	2.4	2.7	3.0	2.2	2.4	2.6	1.8	2.0	2.2	2.4